

**Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München**

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. med. vet. H. Gerhards

Angefertigt in der tierärztlichen Praxis Seemann
(Dr. med. vet. Helmut Marquis)

**„Auswirkung der Kastration auf die Lokomotion von
Wallachen“**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Brigitte Maria Seemann
aus Schwäbisch Gmünd

München 2014

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun
Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Hartmut Gerhards
Korreferent/en:	Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

Tag der Promotion:
12. Juli 2014

**Meinen Eltern und
meinem Ehemann Axel**

INHALTSVERZEICHNIS

	INHALTSVERZEICHNIS	I
	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	II
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
	TABELLENVERZEICHNIS	IV
1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Kastration	3
2.1.1	Kastrationsmethoden	4
2.1.1.1	Kastration am liegenden Pferd	4
2.1.1.2	Kastration am stehenden Pferd	5
2.1.2	Kastrationskomplikationen	6
2.2	Bewegungsstörungen und Lahmheiten	8
2.2.1	Bewegung: Grundgangarten der Pferde	8
2.2.2	Bewegung: Symmetrie – Natürliche Schiefe	10
2.2.3	Definition Lahmheit und Bewegungsstörung	12
2.2.4	Lahmheiten und Bewegungsstörungen nach Kastration	14
2.3	Objektivierung von Bewegung und Lahmheiten	17
3	Material und Methode	19
3.1	Zeitachse	19
3.2	Patientengut	20
3.2.1	Einteilung des Patientenguts in Gruppen	20
3.3	Vorausgegangene Untersuchungen	22
3.3.1	Vorbericht.....	22
3.3.2	Allgemeinuntersuchung.....	22
3.3.3	Spezielle klinische Untersuchung	22
3.3.4	Subjektive Gangbeurteilung	22

3.4	Gangbeurteilung mit marquis®-CKG-System ...	24
3.4.1	Erfassung des Bewegungsmusters	26
3.4.2	Auswertung der Gangbeurteilung mit dem marquis®-CKG-System.....	26
3.5	Kastrationsbedingungen und Operationsmethode	29
3.5.1	Kastrationsmethode	29
3.5.1.1	Darstellung des Operationsverlaufs	32
3.5.2	Postoperative Verlaufskontrolle der Wundheilung	38
3.6	Statistische Auswertung	39
4	Ergebnisse	40
4.1	Zeitachse	40
4.2	Allgemeine und klinische Untersuchung vor der Kastration	41
4.3	Subjektive Gangbeurteilung vor der Kastration	41
4.4	Verlauf der Kastration	43
4.4.1	Postoperative Verlaufskontrolle der Wundheilung	46
4.5	Postoperative subjektive Gangbeurteilung	54
4.5.1	Ergebnisse der subjektiven Gangbeurteilung.....	54
4.5.2	Auswertung der subjektiven Gangbeurteilung.....	59
4.6	Auswertung der objektiven Gangbeurteilung mit CKG	62
4.6.1	Aufsetzen	62
4.6.1.1	Aufsetzen Isländer	63
4.6.1.2	Aufsetzen Warmblüter	66
4.6.1.3	Aufsetzen Isländer und Warmblüter	69
4.6.2	Symmetrie Aufsetzen	71
4.6.3	Vorschwingen	73
4.6.3.1	Vorschwingen Isländer	74
4.6.3.2	Vorschwingen Warmblüter	77
4.6.7	Symmetrie Vorschwingen	80
4.6.8	Endauswertung objektive Gangbeurteilung	82

4.7	Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung	86
5	Diskussion	89
5.1	Zeitachse	89
5.2	Patientengut	90
5.3	Subjektive Gangbeurteilung	92
5.4	Objektive Gangbeurteilung	93
5.5	Kastration	94
5.6	Wundheilungsverlauf	97
5.7	Auswertung subjektive Gangbeurteilung	98
5.8	Auswertung objektive Gangbeurteilung	100
5.8.1	Aufsetzen	100
5.8.2	Vorschwingen	101
5.8.3	Symmetrie	102
5.8.4	Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung	102
5.9	Schlussfolgerungen	103
6	Zusammenfassung	105
7	Summary	108
8	Literaturverzeichnis	111
9	Anhang	120

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AAEP	American Association of Equine Practitioners
Abb.	Abbildung
Adsp.	Adspektion
ca.	circa
CKG	Computerkinematogramm
G	Beschleunigung m/sec^2
HL	linke Hintergliedmaße
HR	rechte Hintergliedmaße
Kontroll-U1	Kontrolluntersuchung nach vollständiger Abheilung, ca. 5 Monate nach Kastration
Kontroll-U2	Kontrolluntersuchung nach vollständiger Abheilung, ca. 12 Monaten nach Kastration
M.	Musculus
MW	Mittelwert
Mon.	Monat
r	Korrelationskoeffizient
n	Anzahl
OP	Kastration
P	Pferd
Palp.	Palpation
s	Sekunde
σ	Standardabweichung
Σ	Summe
Tab.	Tabelle

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Vorführen des Pferds im Schritt zur Erfassung des Gangmusters vor der Kastration	24
Abb. 2,3,4:	Anbringung eines Sensors am lateralen Röhrbein	25
Abb. 5:	marquis [®] -CKG-Messapparatur, Laptop, 4 Sensoren, Handtaster, Einlesegerät	26
Abb. 6:	CKG einer Fußung im Schritt der linken Hintergliedmaße von Pferd 24	27
Abb. 7:	CKG beider Hintergliedmaßen Pferd 24	28
Abb. 8:	CKG fünf Fußungen im Schritt Pferd 1	28
Abb. 9a:	Erforderliches Equipment für die Kastration	31
Abb. 9b:	Adspektion und Palpation von Präputium und Skrotum vor der Kastration	31
Abb. 10:	Sedierung des Junghengstes	32
Abb. 11:	Sedierter Hengst: Kopf geht nach unten	32
Abb. 12:	Infiltrationsanästhesie ins Zentrum linker Hoden	33
Abb. 13:	Hautinzision linker Hoden	33
Abb. 14:	Freipräparieren und herausdrücken des Hodens	34
Abb. 15:	Restlicher Musculus cremaster und Samenleiter werden mit der Kastrationszange gequetscht (rechts). Mit einer Klemme wird die Tunica vaginalis festgehalten (links). Gefäßteil des Samenstrangs mit Hoden und Nebenhoden (Mitte)	34
Abb. 16:	Ligatur von Tunica vaginalis und Gefäßteil des Samenstrangs	35
Abb. 17:	Verschluss der Tunica vaginalis	35
Abb. 18:	Quetschung Gefäßteil des Samenstrangs	36
Abb. 19:	Kastrationszange auf Gefäßteil des Samenstrangs	36
Abb. 20:	Offene Kastrationswunde	37
Abb. 21:	Kastrationswunde	37

Abb. 22:	Kastrationswunde und Präputium	38
Abb. 23:	Isländer : Grafik Wundheilungsverlauf	48
Abb. 24:	Warmblüter: Grafik Wundheilungsverlauf	50
Abb. 25:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	52
Abb. 26:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	52
Abb. 27:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	52
Abb. 28:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	53
Abb. 29:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	53
Abb. 30:	Foto Wundheilungsverlauf Pferd 15	53
Abb. 31:	Subjektive Gangbeurteilung Isländer/Warmblüter	61
Abb. 32:	Beispiel CKG Fußung HR Schritt Pferd 6	62
Abb. 33:	Isländer Aufsetzen Schritt HL	63
Abb. 34:	Isländer Aufsetzen Schritt HR	63
Abb. 35:	Isländer Aufsetzen Trab HL	64
Abb. 36:	Isländer Aufsetzen Trab HR	65
Abb. 37:	Warmblüter Aufsetzen Schritt HL	66
Abb. 38:	Warmblüter Aufsetzen Schritt HR	66
Abb. 39:	Warmblüter Aufsetzen Trab HL	67
Abb. 40:	Warmblüter Aufsetzen Trab HR	68
Abb. 41:	MW Aufsetzen beider Hintergliedmaßen im Schritt	69
Abb. 42:	MW Aufsetzen beider Hintergliedmaßen im Trab	70
Abb. 43:	Symmetrie Aufsetzen Schritt	71
Abb. 44:	Symmetrie Aufsetzen Trab	72
Abb. 45:	Erklärung CKG, eine Fußung HL	73
Abb. 46:	Isländer Vorschwingen Schritt HL	74
Abb. 47:	Isländer Vorschwingen Schritt HR	75

Abb. 48:	Isländer Vorschwingen Trab HL	76
Abb. 49:	Isländer Vorschwingen Trab HR	76
Abb. 50:	Warmblüter Vorschwingen Schritt HL	77
Abb. 51:	Warmblüter Vorschwingen Schritt HR	78
Abb. 52:	Warmblüter Vorschwingen Trab HL	79
Abb. 53:	Warmblüter Vorschwingen Trab HR	79
Abb. 54:	Symmetrie Vorschwingen Schritt	80
Abb. 55:	Symmetrie Vorschwingen Trab	81
Abb. 56:	Isländer: Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung	86
Abb. 57:	Warmblüter: Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung	87

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Liste der kastrierten Hengste	21
Tab. 2:	Punkteskala für die Bewertung der Wundheilung	38
Tab. 3:	Zeitachse Isländergruppe	40
Tab. 4:	Zeitachse Warmblütergruppe	40
Tab. 5:	Subjektive Bewegungsanalyse vor Kastration Warmblütergruppe	41
Tab. 6:	Subjektive Bewegungsanalyse vor Kastration Warmblütergruppe	42
Tab. 7:	Stehend-Kastration Isländergruppe	44
Tab. 8:	Stehend-Kastration Warmblüter	45
Tab. 9:	Bewertungsschema Wundheilung	46
Tab. 10:	Verlaufskontrolle Präputium Isländer	47
Tab. 11:	Verlaufskontrolle Skrotum Isländer	47
Tab. 12:	Verlaufskontrolle Präputium Warmblüter	48
Tab. 13:	Verlaufskontrolle Skrotum Warmblüter	49
Tab. 14:	Mittelwerte Wundheilungs-Index Isländer	51
Tab. 15:	Mittelwerte Wundheilungs-Index Warmblüter	51
Tab. 16:	Subjektive Gangbeurteilung vor OP Isländer	54
Tab. 17:	Subjektive Gangbeurteilung vor OP Warmblüter	55
Tab. 18:	Subjektive Gangbeurteilung Kontroll-U1 Isländer	56
Tab. 19:	Subjektive Gangbeurteilung Kontroll-U1 Warmblüter	57
Tab. 20:	Subjektive Gangbeurteilung Kontroll-U2 Isländer	58
Tab. 21:	Subjektive Gangbeurteilung Kontroll-U2 Warmblüter	59
Tab. 22:	Isländer: Mittelwerte Aufsetzen HL Schritt	63
Tab. 23:	Isländer: Mittelwerte Aufsetzen HR Schritt	64

Tab. 24:	Isländer: Mittelwerte Aufsetzen HL Trab	64
Tab. 25:	Isländer: Mittelwerte Aufsetzen HR Trab	65
Tab. 26:	Warmblüter: Mittelwerte Aufsetzen HL Schritt	66
Tab. 27:	Warmblüter: Mittelwerte Aufsetzen HR Schritt	67
Tab. 28:	Warmblüter: Mittelwerte Aufsetzen HL Trab	67
Tab. 29:	Warmblüter: Mittelwerte Aufsetzen HR Trab	68
Tab. 30:	Isländer und Warmblüter: Mittelwerte Schritt	69
Tab. 31:	Isländer und Warmblüter: Mittelwerte Trab	70
Tab. 32:	Symmetrie Aufsetzen Schritt Isländer	71
Tab. 33:	Symmetrie Aufsetzen Schritt Warmblüter	71
Tab. 34:	Symmetrie Aufsetzen Trab Isländer	72
Tab. 35:	Symmetrie Aufsetzen Trab Warmblüter	72
Tab. 36:	Isländer: Mittelwerte Vorschwingen HL Schritt	74
Tab. 37:	Isländer: Mittelwerte Vorschwingen HR Schritt	75
Tab. 38:	Isländer: Mittelwerte Vorschwingen HL Trab	76
Tab. 39:	Isländer: Mittelwerte Vorschwingen HR Trab	77
Tab. 40:	Warmblüter: Mittelwerte Vorschwingen HL Schritt	78
Tab. 41:	Warmblüter: Mittelwerte Vorschwingen HR Schritt	78
Tab. 42:	Warmblüter: Mittelwerte Vorschwingen HL Trab	79
Tab. 43:	Warmblüter: Mittelwerte Vorschwingen HR Trab	80
Tab. 44:	Symmetrie Vorschwingen Schritt Isländer	81
Tab. 45:	Symmetrie Vorschwingen Schritt Warmblüter	81
Tab. 46:	Symmetrie Vorschwingen Trab Isländer	82
Tab. 47:	Symmetrie Vorschwingen Trab Warmblüter	82
Tab. 48:	Zusammenfassung Mittelwerte Aufsetzen	84
Tab. 49:	Zusammenfassung Mittelwerte Vorschwingen	84

Tab. 50:	Zusammenfassung Mittelwerte Symmetrie Aufsetzen	85
Tab. 51:	Zusammenfassung Mittelwerte Symmetrie Vorschwingen	86

1 Einleitung

Die überwiegende Mehrzahl der Hengste wird ab einem Alter von etwa eineinhalb Jahren kastriert. Grund für die Kastration ist ein erfahrungsgemäß späterer gefahrloserer Umgang zwischen Mensch und Wallach, aber auch die Möglichkeit einer Gruppenhaltung von männlichen und weiblichen Pferden. Obwohl die Kastration des Pferdes schon seit vielen hundert Jahren vorgenommen wird und auch immer mehr verfeinert wurde, handelt es sich doch um einen großen chirurgischen Eingriff mit entsprechenden Risikofaktoren.

Die Kastration eines Hengstes kann auf unterschiedliche Art vorgenommen werden. Grundsätzlich unterscheidet man Liegend- oder Stehendkastration. Die Autorin hat in ihrer bisherigen tierärztlichen Tätigkeit über 1000 Hengste stehend kastriert. Dabei stellten sich immer wieder Fragen bezüglich Veränderungen des Bewegungsablaufs durch die Kastration. Häufig wird auch von tierärztlichen Kollegen und Nichtkollegen bei unspezifischen Hinterhandlahmheiten oder Bewegungsstörungen gemutmaß, dass die Kastration dafür ursächlich sei. Die Literaturrecherchen zu diesem Thema ergaben, dass noch sehr wenig in dieser Richtung erforscht wurde.

Ziel der Arbeit ist es, eine Aussage darüber zu treffen, ob und gegebenenfalls wie sich das Bewegungsmuster nach einer Kastration beim Wallach verändert. In dieser Arbeit sollen Wallache untersucht werden, die nach der Methode am stehenden Pferd kastriert wurden. Die Bewegung wird dann als sogenannte subjektive Gangbeurteilung und objektive Gangbeurteilung bewertet. Bei der subjektiven Gangbeurteilung bewerten drei erfahrene Fachleute die Veränderungen des Bewegungsablaufs und geben ein Gesamturteil für jedes Pferd ab.

Die objektive Gangbeurteilung erfolgt mit dem Bewegungsanalyse-System marquis®-CKG. Hiermit werden die vier Bewegungsparameter *Aufsetzen*, *Vorschwingen*, *Symmetrie Aufsetzen* und *Symmetrie Vorschwingen* ermittelt.

Die Beurteilung der Bewegung wird in vier Zeitabschnitten vorgenommen:

- vor der Kastration
- unmittelbar danach
- nach vollständiger Abheilung der Kastrationswunde
- ungefähr ein Jahr nach der Kastration.

Durch den relativ langen Untersuchungszeitraum von über einem Jahr erhofft sich die Autorin, die Bestätigung ihrer bisher gemachten Erfahrungen, nämlich, dass sich die Stehendkastration nicht negativ auf den Bewegungsablauf von Wallachen auswirkt.

2 Literaturübersicht

2.1 Kastration

Die Kastration ist eine der häufigsten und routinemäßig durchgeführten chirurgischen Maßnahmen am Pferd. Diese Operation ist aber auch mit einer relativ hohen Komplikationsrate verbunden (GETMAN 2009). Definiert wird die Kastration laut GERHARDS (2003) als operative Ausschaltung der Befruchtungsfähigkeit und dem Verlust des Hengstverhaltens eines normalen Hengstes. Im deutschsprachigen Raum nennt man kastrierte männliche Pferde Wallache. Dieser Begriff hat sich etabliert, weil in früheren Zeiten viele kastrierte Hengste aus der Walachei (Region im heutigen Rumänien) nach Deutschland gebracht wurden. Das Wort Kastrat leitet sich ab von castus (ZINDEL 1945).

Die Gründe für eine Kastration sind vielfältig. So nennt TOEPPER (1928) in erster Linie wirtschaftliche Gründe. Weil die Kastraten ihr Temperament verändern, können sie zusammen mit weiblichen Tieren eingesetzt werden. Kastraten sind ruhiger, folgsamer und im Umgang mit Menschen ungefährlicher. Die Hinterhand entwickelt sich kräftiger, während sich die Halsmuskulatur zurückbildet (TOEPPER 1928). Außerdem ist eine Gruppenhaltung oder gemeinsamer Koppelgang, und somit eine art- und pferdegerechte Haltung, nur mit kastrierten Hengsten möglich.

Die Kastration kann auf verschiedene Arten vorgenommen werden. Zunächst kann unterschieden werden in welcher Position der Operateur die Kastration durchführt. Entweder am liegenden Pferd (Rückenlage, Seitenlage) in Allgemeinanästhesie oder am stehenden Pferd mit entsprechender Sedierung und Lokalanästhesie. Eine weitere Unterscheidung findet sich in der Operationstechnik. So wird traditionell unterschieden zwischen bedeckter und unbedeckter Kastration. Bei der *bedeckten* Kastration wird nur das Skrotum eröffnet und der Processus vaginalis stumpf herauspräpariert. Der Hoden mit Nebenhoden werden dann möglichst weit proximal nach Quetschung und Ligatur des bedeckten

Samenstrangs abgetrennt (TURNER und MCILWRAITH 1983; WISSDORF et al. 1998). Dagegen wird bei der sogenannten *unbedeckten* Kastration der Processus vaginalis eröffnet. Eine Quetschung des Gefäßteils des Samenstrangs erfolgt hier somit ohne einen Überzug der serösen Gewebsschicht. Bei dieser Technik bleibt ein direkter Zugang zur Bauchhöhle bestehen. Dies birgt die Gefahr eines Vorfalles von Darmschlingen oder Netzteilen durch den Leistenring. Da bei jungen Hengsten bis ungefähr 3 Jahre der Leistenring noch relativ eng ist, sollte eine unbedeckte Kastration nur bei diesen jungen Hengsten durchgeführt werden (TURNER und MCILWRAITH 1983; WISSDORF, GERHARDS und HARPS 1998).

2.1.1 Kastrationsmethoden

2.1.1.1 Kastration am liegenden Pferd

Zur Kastration am liegenden Pferd wird der Hengst nach erfolgter Prämedikation (z. B. Levomethadon, Xylazin, Romifidin) gewöhnlich mit Ketamin und Guaifenesin niedergelegt (TURNER und MCILWRAITH 1983; BURKERT 1997). In der tierärztlichen Praxis wird unter Feldbedingungen das Pferd normalerweise in Seitenlage verbracht und die oben liegende Hintergliedmaße nach vorne ausgebunden (MEZEROVA et al. 2004). In der Klinik erfolgt das Ablegen meist in Rückenlage. Nach chirurgischer Vorbereitung des Operationsfeldes kann die anschließende Infiltrationsanästhesie auf verschiedene Weise erfolgen. Oft wird das Lokalanästhetikum (10 bis 20 ml) direkt ins Zentrum eines jeden Hoden gespritzt. Empfehlenswert ist auch eine zusätzliche Infiltration des Samenstrangs (TURNER und MCILWRAITH 1983). Durch eine separate Hautinzision, ungefähr 1 cm von der medianen Raphe entfernt, wird der Hodensack eröffnet. Bei der *bedeckten* Kastration geht der Schnitt nur bis zur Tunica vaginalis, die nicht verletzt wird. Der Hoden wird dann mit diesem serösen Überzug aus dem Hodensack gepresst und nach

Quetschung und Ligatur abgesetzt. Dagegen erfolgt die Eröffnung der Tunica vaginalis bei der *unbedeckten* Kastration. Mit den Fingern trennt der Operateur den Gefäßteil des Samenstrangs von Ductus deferens, Tunica vaginalis und Musculus cremaster. Diese beiden so entstandenen Stränge werden ebenfalls gequetscht und abgesetzt (TURNER und MCILWRAITH 1983; BLASS und BRILL 2000; BURKERT 1997). Meist erfolgt bei der Liegendkastration ein primärer Wundverschluss um postoperativen Blutungen oder Infektionen vorzubeugen (KELLER et al. 1996; GERHARDS 2003). In den letzten Jahrzehnten sind viele unterschiedliche Kastrationstechniken entwickelt worden, die alle das Ziel haben postoperativen Störungen vorzubeugen. Welche Technik angewandt wird hängt vom Operateur und den Gegebenheiten ab (MAASSEN 2007; MEZEROVA et al. 2004).

2.1.1.2 Kastration am stehenden Pferd

Eine Kastration am stehenden Pferd ist seit dem Jahre 1826 bekannt. Ein polnischer Kastrierer führte sie angeblich in Caen und Umgebung aus (TOEPPER 1928). Diese Methode fand dann in Frankreich, Amerika und England bald große Bedeutung. Bei dieser Form der Kastration wird das Pferd nicht in Vollnarkose abgelegt, sondern der Operateur nimmt den chirurgischen Eingriff am stehenden Pferd vor.

Die Vorteile der Kastration im Stehen sind ein geringerer Zeit- und Kostenaufwand. BURKERT (1997) konnte in seiner retrospektiven Arbeit den durchschnittlichen Zeitaufwand für die Stehendkastration mit 22,7 Minuten ermitteln. Für die Liegendkastration errechnete er 36,8 Minuten im Durchschnitt. Auch der personelle Aufwand liegt laut BURKERT (1997) mit 1 bis 2 Hilfspersonen für die Stehendkastration unter der bei der Liegendkastration (3 Helfer notwendig). Außerdem wird das hohe Risiko der Vollnarkose (postoperativer Exitus, Bronchopneumonie, Fazialisparese) und die Gefahren beim Aufstehen (Verletzungen, Femurfraktur) vermieden

(BLASS und BRILL 2000). Kürzlich berichteten CZUPALLA und GERHARDS (2013) über das Narkoserisiko von in der Klinik narkotisierten Pferden und ermittelten an diesem Patientenmaterial ein Risiko von 0,2 %, wobei sich die problematischen Fälle ausschließlich in der Aufstehphase ereignet hatten. An den Operateur werden aber besondere Anforderungen gestellt. So betonte bereits TOEPPER (1928), dass der Operateur körperlich rüstig und gewandt sein und die Technik der Kastration am liegenden Pferd vollkommen beherrschen muss.

Das Risiko von Darmvorfällen ist bei älteren Hengsten größer als bei jungen. Denn mit zunehmendem Alter lässt die Straffheit der Bänder nach. Dadurch kann sich der Zugang von der Bauchhöhle über den inneren Leistenkanal in den Hodensack erweitern (GAISBAUER 1997). So stellten BLASS und BRILL (2000) in ihrer Arbeit eine Kastrationsmethode vor, die unter Praxisbedingungen am stehenden Hengst durchgeführt wurde. Sie kastrierten die Hengste mit unbedecktem Samenstrang und verschlossen dann anschließend den Processus vaginalis. Somit ließ sich das Risiko eines Vorfalls von Darmschlingen vermeiden. GAISBAUER (1997) stellt klar, dass die Stehendkastration zwar mit größeren Risiken verbunden ist, aber veterinärmedizinisch anerkannt und wegen ihrer wirtschaftlichen Vorteile weite Verbreitung findet.

2.1.2 Kastrationskomplikationen

Obwohl die Kastration seit langer Zeit durchgeführt wird und in der tierärztlichen Praxis zu den Routineeingriffen zählt, kommt es immer wieder zu Komplikationen (KELLER und HARTMANN 1996). KILCOYNE et al. (2013) haben in ihrer retrospektiven Arbeit ermittelt, dass sich bei 10,2 % der kastrierten Hengste Komplikationen entwickeln. Entweder während der Operation oder danach. Probleme während der Kastration können Medikamentenunverträglichkeit oder starke Blutungen durch Verletzung sein. Eine gefürchtete und oft tödliche Komplikation stellt der Darmvorfall nach der Kastration dar (MEZEROVA 2001).

Postoperativ können verschiedene Vorgänge zu Problemen führen. Bei der Durchtrennung gewisser Strukturen wie Skrotum, Tunica vaginalis, Musculus cremaster, usw. kann es zu Blutungen kommen, in deren Anschluss Hämatome entstehen (KELLER und HARTMANN 1996; KILCOYNE et al. 2013). Infolge Wundverschluss kommt es zu Schmerzen und Wundschwellung. Ebenso können durch Infektion Wundheilungsstörungen entstehen. Während Blutungen und Wundheilungsstörungen einigermaßen problemlos in den Griff zu bekommen sind, stellt sich ein Darmvorfall nach der Operation als lebensbedrohliche Komplikation dar (GERHARDS 2003; KELLER und HARTMANN 1996). Samenstrangfisteln können im Anschluss einer Kastration auftreten. Diese sind laut SILBERSIEPE et al. (1986) chronische Entzündungen, die mit Abszess- und Fistelbildung verbunden sind. Sie verlaufen teils als eitrige und teils als fibrös-hyperplastische Entzündung. KELLER und HARTMANN (1996) gaben in ihrer Arbeit die Samenstrangfisteln als zweithäufigste Wundheilungsstörung an. Als häufigste Komplikation nannten sie Nachblutungen aus den Gefäßen des Samenstrangstumpfes.

Aufgrund aufsteigender septischer oder aseptischer Entzündungen des Samenstrangstumpfes kann es zu Adhäsionen, das heißt Verwachsungen oder fibrinösen Verklebungen kommen, die zu schmerzhaften Prozessen und eventuell Hinterhandlahmheiten führen können (GERHARDS 2003; RÖCKEN et al. 2002).

KELLER und HARTMANN (1996) kommen zu dem Schluss, dass es für das Eintreten eventueller Kastrationskomplikationen unerheblich ist, ob stehend oder am abgelegten Pferd kastriert wird. BURKERT (1997) errechnete pro 10.000 Stehendkastrationen 3 Todesfälle durch Darmvorfall. Demgegenüber stehen pro 10.000 Liegendkastrationen 10 Todesfälle durch Narkosezwischenfälle. KILCOYNE et al. (2013) ermittelten für die Stehendkastration eine Komplikationsrate von 16,1 % und für die Liegendkastration in Allgemeinanästhesie eine Rate von 9,6 %.

2.2 Bewegungsstörungen und Lahmheiten

2.2.1 Bewegung: Grundgangarten der Pferde

Als Grundgangarten bezeichnet man beim Pferd Schritt, Trab und Galopp. Das Isländerpferd verfügt zusätzlich über die Gangarten Tölt und Pass (OVER 2005). Der **Schritt** ist die wichtigste Gangart für alle Pferderassen. Bei einer normalen Schrittbewegung sollen die Hinterhufe mindestens in die Fußspuren der Vorderhufe treffen (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG 2003). Der Schritt ist eine symmetrische Gangart im Viertakt. Dabei setzt jede Gliedmaße einzeln auf und es befinden sich immer zwei Gliedmaßen in der Stemmphase (HÜBNER 2006). Die Fußungsfolge im Schritt ist:

hinten links – vorne links – hinten rechts – vorne rechts.

In der Arbeit von MARQUIS (1999) wird die Viertaktbewegung des Schritts in die Fußungsphasen *Fußen – Stützen – Stemmen – Heben – Schwingen* unterteilt. STODULKA (2006) erklärt, dass der Schritt die langsamste Gangart ist. Die Taktreinheit kann man durch langsames Mitzählen 1 – 2 – 3 – 4 beurteilen. Auch muss der Schritt raumgreifend, schreitend und deutlich markiert sein (STODULKA 2006). Außerdem soll der natürlich freie Schritt eines Pferdes taktrein, rhythmisch und gleichmäßig sein. Junge Pferde gehen im Arbeitsschritt, indem sie durch zügiges Voranschreiten mit dem Hinterbein über das Trittsiegel des Vorderhufes treten (STODULKA 2006).

Der **Trab** des Pferdes entwickelt sich durch das synchrone Zusammenarbeiten zweier Gliedmaßenpaare. Dabei handelt es sich um eine gesprungene Gangart im Zweitakt. Die Symmetrie der diagonalen Fußung ist jedoch nicht unbedingt gegeben. Meist fußt der Hinterhuf vor dem Vorderhuf des diagonalen Gliedmaßenpaares (MARQUIS 1999). Im Trab setzen die diagonalen Gliedmaßen also ungefähr zur gleichen Zeit auf, wobei zwischen den Bewegungen der diagonalen Gliedmaßenpaare

eine Schwebephase liegt (HÜBNER 2006). Die Fußungsfolge in dieser Gangart ist:

hinten links – vorne rechts

Sprungphase

hinten rechts – vorne links

Sprungphase.

Nach den Maßregeln der DEUTSCHEN REITERLICHEN VEREINIGUNG (2003) soll der Trab eine natürliche raumgreifende Bewegung sein, ohne allzu hohe Knieaktion. Außerdem sind beim Trab zwei Hufschläge regelmäßig hörbar. Bei der Beurteilung der Qualität einer guten Trabbewegung muss die Gleichmäßigkeit der Bewegung im Vordergrund stehen (STODULKA 2006). Die Aktivität der Hinterhand ist dabei von entscheidender Wichtigkeit. Wenn sich ein junges Pferd im Arbeitstrab bewegt, sollten die Hinterhufe mindestens die Trittsiegel der Vorderbeine treffen (STODULKA 2006).

Der **Galopp** ist eine natürliche Art der Bewegung des Pferdes. Die einzelnen Sprünge sollen raumgreifend und taktmäßig (Dreitakt) aufeinander folgen (DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG 2003). Je nach dem, ob das Pferd eine Rechts- oder Linksbiegung besitzt, unterscheidet man zwischen Rechts- oder Linksgalopp (MARQUIS 1999). Die Fußfolge im Linksgalopp:

Einbeinstütze hinten rechts

Dreibeinfulung (hinten rechts/hinten links/vorne rechts)

diagonale Zweibeinstütze (hinten links/vorne rechts)

Dreibeinfulung (hinten links/vorne rechts/vorne links)

Einbeinstütze vorne links.

Anschließend landet das Pferd nach dieser Sprungphase wieder auf der rechten Hintergliedmaße (ISENBÜGEL 1998).

Der **Tölt** ist im Gegensatz zum Schritt keine schreitende, sondern eine gelaufene Gangart (ISENBÜGEL 1998). Die Fußfolge im Tölt ist:

Einbeinstütze hinten rechts – laterale Zweibeinstütze rechts – Einbeinstütze vorne rechts – diagonale Zweibeinstütze hinten links/vorne rechts – Einbeinstütze hinten links – laterale Zweibeinstütze links – Einbeinstütze vorne links – diagonale Zweibeinstütze hinten rechts/vorne links.

Beim **Pass** handelt es sich um eine laterale Gangart. Der Hinterhuf setzt dabei meist zeitlich versetzt vor dem gleichseitigen Vorderhuf auf (ISENBÜGEL 1998; MARQUIS 1999).

2.2.2 Bewegung: Symmetrie - Natürliche Schiefe des Pferdes

Bereits STEINBRECHT (1989) beschrieb, dass „rohe“ Pferde auf einer Seite mehr Schwierigkeiten haben als auf der anderen. Weiter hat er beobachtet, dass die meisten Pferde diese Probleme auf der rechten Hand haben. Dabei kommt es zu einer falschen Rechtsbiegung, weil der rechte Hinterfuß nicht gerade unter die Last tritt, sondern rechts seitwärts neben den Vorderhuf (STEINBRECHT 1989). Die rechte Hintergliedmaße entzieht sich so teilweise der vollen Gewichtsaufnahme. Dadurch wird die diagonale vordere linke Gliedmaße mehr belastet (STEINBRECHT 1989).

Als Ursache der Asymmetrie ist die Lage des Fohlens in der Gebärmutter zu sehen. Das Fohlen bewegt sich nur in den ersten Wochen der Trächtigkeit im Uterus und liegt dann gekrümmt bis zur Geburt darin. So entwickelt sich die Rückenmuskulatur unterschiedlich. Auf der gebogenen Seite ist diese kürzer (PERREAUX 2002). In seiner Arbeit konnte KIRCHDORFER (2009) zwar keine Unterschiede in der Dicke der linken und rechten Rückenmuskulatur (Musculus longissimus dorsi) feststellen. Er betont aber, dass ein Längenunterschied der Muskeln ursächlich für die

natürliche Schiefe des Pferdes sei. Dies konnte er allerdings nicht mit seinem Versuchsaufbau beweisen. RUESS (2013) konnte in seiner Arbeit deutliche Unterschiede (bis zu 1,1 cm) in der Dicke des Musculus longissimus dorsi feststellen.

Bei einem rechtsseitig schiefen Pferd (gebogene Seite, Mähnenseite) formen sich die Hufe entsprechend den unterschiedlichen Belastungsverhältnissen (PERREAUX 2002). Die Zehe des rechten Vorderhufs ist überlastet, die Trachten sind hoch. Die Trachten und die innere Wand des rechten Hinterhufs werden überlastet und sind deshalb kürzer. Die Zehe des rechten Hinterhufs zeigt nach außen. Beim linken Vorderhuf sind die Trachten überlastet, niedrig, eingezogen und untergeschoben. Zehe und äußere Wand des linken Hinterhufs sind überlastet und deshalb kürzer und steiler. Die Zehe des linken Hinterhufs zeigt nach innen (PERREAUX 2002).

Die natürliche Schiefe wird auch als Seitigkeit bezeichnet und fällt unter den Oberbegriff Lateralität (STEINMETZ 2005). Als Lateralität werden die morphologischen, funktionellen und sensorischen Kennzeichen von Symmetrie und Asymmetrie bei paarig angelegten Organen bezeichnet (STEINMETZ 2005). So sind nach Meinung von STEINMETZ (2005) die linke und rechte Vorhand beim Pferd in ihrer Morphologie (Form) nahezu symmetrisch angelegt. Auch in ihrer Funktion sind sie zu allen Bewegungen gleich fähig. Es zeigen sich aber funktionelle Unterschiede in den Fertigkeiten (Rechtshändigkeit). Entsprechend der unterschiedlichen Funktion oder Nutzung einer Gliedmaße folgt dann auch die Form, das heißt ein größerer Muskelzuwachs und damit verbunden andere Belastungsverhältnisse (STEINMETZ 2005).

Am stehenden, schiefen Pferd sind oft schon Unterschiede in der Muskulatur, zum Beispiel eine unterschiedlich stark ausgeprägte Kruppenmuskulatur, zu erkennen (KRELING 2010). In der Bewegung werden die Befunde dann noch deutlicher (KRELING 2010). Das rechtsseitig schiefe Pferd setzt auf der geraden Linie den rechten Hinterhuf

neben den rechten Vorderhuf. Der linke Hinterhuf wird zwischen die beiden Vorderhufe gesetzt. Ungefähr 70 % der Pferde sind rechtseitig schief (KRELING 2010).

2.2.3 Definition Lahmheit und Bewegungsstörung

STASHAK (1989) bezeichnet eine Lahmheit als struktur- oder funktionsbedingte Störung, bei der eine oder mehrere Gliedmaßen betroffen sein können. Die Ursachen für eine Lahmheit können sehr unterschiedlich sein. Er nennt Infektionen, Traumen, erworbene oder angeborene Anomalien, metabolische Störungen, Erkrankungen des Kreislaufapparates oder des Nervensystems, aber auch Kombinationen als Quelle von Lahmheiten.

Während eine Lahmheit durch Schmerzen bedingt ist, hat eine Bewegungsstörung mechanische Ursachen und beruht nicht auf Schmerzen (STASHAK 1989). MÖLLER (1890) definiert Lahmheit als Störungen in der regelmäßigen Bewegung der Gliedmaßen. Diese Störungen werden durch krankhafte Zustände hervorgerufen. Weiter unterscheidet er die Ursachen für Lahmheiten, die durch Schmerzen entstehen; Lahmheiten, die Folge mechanischer Behinderung sind oder Lahmheiten durch Lähmung von Nerven (LISCHER 2013; MÖLLER 1890). STASHAK (1989) unterscheidet drei Formen von Lahmheit:

1. Die *Stützbeinlahmheit*, die bei der Belastung der Gliedmaße oder beim Fußen deutlich wird. Als Ursachen nennt er Schäden an Knochen, Gelenken, Seitenbändern, motorische Nerven oder Hufprobleme.
2. Die *Hangbeinlahmheit*, die beim Vorführen der Gliedmaße sichtbar wird. Pathologische Veränderungen an Gelenkkapseln, Muskeln, Sehnen, Sehnenscheiden oder Schleimbeuteln sind dafür ursächlich.
3. Die *gemischte Lahmheit*, die sowohl während der Hangbeinphase und der Stützbeinphase erkennbar wird.

Lahmheiten an den Hintergliedmaßen sind schwieriger zu erkennen als Lahmheiten der Vordergliedmaßen (LISCHER 2013). Dabei sind wichtige Kriterien bei der Erkennung von Hinterhandlahmheiten die Bewegung des Beckens und der Kruppe. Außerdem ist das Vorführen (Überteten) der Hinterhufe und die Differenz zwischen beiden ein wichtiger Indikator bei der Beurteilung von Hinterhandlahmheiten (LISCHER 2013).

Wenn ein Pferd eine Stützbeinlahmheit an einer Gliedmaße zeigt, ist dies Ausdruck von Schmerz, der durch die Belastung ausgelöst oder verstärkt wird. Zur Vermeidung des Schmerzes vermindert das Pferd die Kräfte, die auf die Gliedmaße einwirken (BUCHNER et al. 1992). Weiter stellte BUCHNER et al. (1992) fest, dass die Hüfte auf den tiefsten Punkt absackt im Moment der Stützbeinphase der gesunden Hinterextremität. Erklärt wird dieses Absacken mit einer verminderten Aufnahme der Körpermasse durch die erkrankte Gliedmaße und einem weniger kraftvollen Wegstemmen (GIRTLEK und KASTNER 1989). Außerdem stellt BUCHNER (2003) in seiner Studie über Lastverteilung beim lahmen Pferd fest, dass bei Lahmheit einer Hinterextremität Kompensationsmechanismen aktiv werden. So hat das Kopfnicken bei Belastung der lahmen Hintergliedmaße auf das diagonale Vorderbein die Funktion der Lastverteilung hin zum gesunden Vorderbein, um das schmerzhaftes Hinterbein zu entlasten.

Während STASHAK (1989) eine Unterteilung in vier Lahmheitsgrade vornimmt, empfiehlt die American Association of Equine Practitioners (AAEP) die Einteilung der Lahmheit in Grad 0 bis 5. Dieses Beurteilungsschema der AAEP wird laut RIJKENHUIZEN (2013) am meisten benutzt:

- 0 – Unter keinen Umständen Lahmheit feststellbar.
- 1 – Lahmheit schwierig festzustellen und nicht konstant sichtbar.
- 2 – Auf der Geraden in Schritt und Trab Lahmheit schwierig feststellbar, aber unter bestimmten Umständen konstant sichtbar (z. B. beim Reiten, in der Wendung, auf hartem Boden).
- 3 – Lahmheit im Trab konstant zu beobachten.

4 – Lahmheit deutlich sichtbar im Schritt.

5 – Lahmheit deutlich sichtbar, minimale Belastung im Stand oder Bewegung, Unfähigkeit sich zu bewegen.

RIJKENHUIZEN (2013) bemerkt, dass Lahmheiten auch durch schmerzhaftes Prozesse oder mechanische Hindernisse außerhalb der Gliedmaßen vorkommen können, z. B. durch entzündliche Prozesse in der Leiste.

2.2.4 Lahmheiten und Bewegungsstörungen nach Kastration

Immer wieder werden in der tierärztlichen Praxis Wallache mit ungeklärter Hinterhandlahmheit vorgestellt. ECHTE et al. (2006) haben sich in einer retrospektiven Studie mit der Problematik von Hinterhandlahmheiten nach Kastration beschäftigt. In dieser Arbeit wurden bei 21 Wallachen, die mit einer ungeklärten Hinterhandlahmheit in der Klinik vorgestellt wurden, schmerzhaftes Verklebungen des Samenstrangstumpfes mit dem Skrotum diagnostiziert.

In dieser Studie stellten ECHTE et al. (2006) bei allen Wallachen bilaterale Verwachsungen des Samenstrangstumpfes fest. Eine Lahmheit bestand aber nur einseitig. Sie schlossen daraus, dass nicht alle Adhäsionen des Samenstrangstumpfes mit der Skrotalhaut zu einer Lahmheit führten. Die Lahmheiten wiesen innerhalb der Patientengruppe eine hohe Variabilität auf. So hatten manche Pferde eine deutliche Hangbeinlahmheit, während andere ein hahnentrittartiges Bewegungsmuster zeigten oder eine intermittierende Lahmheit. Es gab auch Fälle, bei denen die Pferde nur gelegentlich lahm gingen. Ebenso waren vorberichtlich Rittigkeitsprobleme in Verbindung mit Verspannungen der Rückenmuskulatur diagnostiziert worden (ECHTE et al. 2006).

Um die Verwachsungen des Samenstrangstumpfes mit dem Skrotum als Ursache der Hinterhandlahmheiten eindeutig zu erklären, wurde bei den auffälligen Pferden eine Infiltrationsanästhesie gesetzt. ECHTE et al. (2006) bewerteten bei einer deutlichen Besserung der Lahmheit das Ergebnis als positiv. Die Autoren räumten aber auch ein, dass in den meisten Fällen die Pferde trotz dieser lokalen Anästhesie nicht absolut lahmfrei gingen.

Die positiv eingestuften Wallache wurden anschließend operiert. Dabei wurde der vom äußeren Leistenring zum Skrotum ziehende Samenstrangstumpf freipräpariert und die Adhäsion mit der Skrotalhaut gelöst (ECHTE et al. 2006). Anschließend wurde der Stumpf möglichst weit proximal abgesetzt. Das dem Samenstrang zugeordnete entfernte Gewebe enthielt Anteile des Musculus cremaster, Blutgefäße, Teile des Samenleiters sowie Fett- und Bindegewebe. Die patho-histologische Untersuchung beschrieb das Gewebe als eine chronische Entzündungsreaktion mit Hyperplasien, Fibrosierungen und Nekrosen (ECHTE et al. 2006). Von den 21 in der Studie untersuchten Pferden mit ungeklärter Hinterhandlahmheit waren 18 Wallache wieder lahmfrei.

NAGY (2009) ermittelte in ihrer retrospektiven Arbeit an der Veterinärmedizinischen Universität Wien von 209 kastrierten Hengsten bei zwei Pferden Gangbildveränderungen. Auslöser dieser Bewegungsstörungen waren nach Meinung von NAGY (2009) Schwellung und Schmerzen, die einige Zeit nach der Kastration auftraten. Ein Pferd wurde vom Haustierarzt therapiert, das andere wurde wieder in die Klinik eingeliefert. Den genauen Zeitpunkt, wann die Komplikationen nach der Kastration auftraten nennt NAGY (2009) nicht.

Die Wundinfektion ist nach GETMAN (2009) die zweithäufigste Komplikation bei der Kastration von Pferden. Die klinischen Symptome können bereits nach Tagen aber auch erst nach Jahren post operationem auftreten. Das Anlegen einer Ligatur zum Abbinden des durchtrennten Samenstranges nennt sie als größten Risikofaktor für eine Infektion. Als Folge können dann Lahmheiten auftreten (GETMAN 2009).

Jede Kastration ist mit dem Entstehen einer mehr oder weniger großen Wunde verbunden. Die anschließende Wundheilung muss nach dieser Zusammenhangstrennung die Kontinuität des Gewebes wieder herstellen (DÄMMRICH 1993). Danach geht jede Wunde mit Blutungen aus durchtrennten Gefäßen einher. Nachfolgend der Blutstillung gerinnt das Wundsekret (Blut und Lymphe), das die Zusammenhangstrennung ausfüllt (DÄMMRICH 1993). Entsprechend werden flächige Gewebsdefekte mit geronnenem Blut ausgefüllt. Bei Schnittwunden überbrücken Fibrinfäden den Wundspalt. So werden die Wundränder miteinander verbunden, und es kommt zu einem provisorischen Wundverschluss (DÄMMRICH 1993). Am Ende jeder Wundheilung bleibt die Narbe. Und jede Wunde hinterlässt nicht nur lokale Veränderungen, sondern kann sich auf den Gesamtorganismus auswirken (KÖHLER 1990).

Bei der Kastration am stehenden Pferd wird die Operationswunde nicht verschlossen, damit Nachblutungen und Wundsekret abfließen können. Somit wird einem Sekretstau vorgebeugt. Entsprechend der sekundären Wundheilung kann es dann zu Adhäsionen des Samenstrangstumpfes mit dem umliegenden Gewebe kommen. Dadurch können Schmerzen entstehen, die wiederum die Ursache für sekundäre Verspannungen sind und die sich dann als unspezifische Hinterhandlahmheit beim Wallach darstellen können (GERHARDS 2003; SILBERSIEPE et al. 1986).

WISSDORF et al. (1998) weisen daraufhin, dass bei der unbedeckten Kastration zu lang belassene Samenstrangstümpfe mit dem sich bildenden Skrotalnarbenbereich so verwachsen können, dass die Adhäsionen zu einer Gangbeeinflussung oder Lahmheit führen können. MAASSEN (2007) beschreibt, dass es an den ersten zwei Tagen nach der Kastration bei einigen Wallachen zu einer gering- bis mittelgradigen Bewegungsstörung der Hinterhand kam. Außerdem war die Wundschwellung am vierten und fünften Tag nach der Kastration am stärksten.

2.3. Objektivierung von Bewegung und Lahmheiten

Zur Objektivierung von Bewegung stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung. Einmal kinematische Systeme, bei denen die Bewegungsabläufe optisch aufgezeichnet und analysiert werden. Zum anderen kinetische Systeme, die die für eine Bewegung maßgebenden Parameter wie Kräfte oder Beschleunigungen erfassen und interpretieren (MARQUIS 1999). Der Unterschied der beiden Verfahren liegt darin, dass bei kinematischen Systemen Bewegungsabläufe sehr gut optisch dargestellt werden können, aber die Bewegungsparameter (z. B. Stützen, Abheben, Vorschwingen, Aufsetzen) nicht wie bei den kinetischen Systemen anhand von exakten Messwerten bestimmt werden (MARQUIS 1999).

Als Ziel seiner Arbeit nannte FALATURI (1998) mit gezielten Messungen der Beschleunigungen an Beinen und Rumpf Grundregeln der quadropeden Lokomotion am Modellorganismus Pferd aufzudecken. MARQUIS (1999) entwickelte ein System, das die Erfassung der vertikalen Belastungskraft und Belastungszeit an allen vier Gliedmaßen und in allen Gangarten ermöglichte.

Weiter hat FALATURI (1998) in seiner Studie geklärt, welche Parameter die Fortbewegung charakterisieren, wie diese Parameter intra- und interindividuell schwanken, wie sie sich unter gezielter Einflussnahme auf das bewegte System verändern und welche Konsequenzen sich daraus für die Gesetzmäßigkeiten quadropeder Lokomotion ableiten lassen.

In ihrer Diplomarbeit beschreibt CARL (2004) ein Bewegungsanalyse-System, das auf der Grundlage von FALATURI (1998) basiert und die Erkenntnisse der Arbeit von MARQUIS (1999) verbindet. Als marquis®-CKG wurde dieses System mittlerweile für unterschiedliche Fragestellungen in der Bewegungsanalyse angewandt.

Zur Erfassung der Bewegung werden bei diesem Ganganalysesystem vier Accelerometer (Beschleunigungssensoren) lateral an den Röhrlbeinen der Pferde mit elastischen Bandagen befestigt. Die einzelnen Messgeräte besitzen ein Gewicht von 150 g und eine Größe von 85 x 30 x 35 mm (REINIGER 2002; CARL 2004). Die natürliche Bewegung des Pferdes wird aufgrund des geringen Gewichts und der Größe der Sensoren nicht beeinträchtigt. Das komplette Analysesystem besteht aus vier Beschleunigungssensoren, einem Handgerät und einem Laptop mit entsprechender Auswertesoftware (REINIGER 2002). Die Daten werden in einem Speicherchip, der in den Sensor integriert ist, gespeichert. Der Speicherchip erlaubt eine Datenaufzeichnung von mehreren Minuten und registriert 1000 Messwerte pro Sekunde für jeden einzelnen Sensor. Der Messbereich liegt für jeden Beschleunigungssensor zwischen – 100 G bis + 100 G mit einer Auflösung von 12 Bit (CARL 2004). Die Kalibrierung erfolgt mit einem Handgerät. Dabei wird der Absolutwert gegen die Erdbeschleunigung bestimmt (HÜBNER 2006). Mit dem Handgerät können auch Markierungen gesetzt werden, um später Daten zuordnen zu können (HÜBNER 2006).

Die mit dem marquis[®]-CKG ermittelten Werte werden als Kurven graphisch dargestellt. Damit die Auswertung erleichtert wird, werden die Rohdaten einer Glättungsprozedur unterworfen. Bei dieser Glättung werden die hochfrequenten Oberschwingungen herausgerechnet. So erhält man standardisierte Kurven, die ein wiederkehrendes Muster der Bewegungsparameter *Stützen – Abheben – Vorschwingen – Aufsetzen* zeigen (FALATURI 2001; REINIGER 2002; CARL 2004).

3 Material und Methode

3.1 Zeitachse

Die Ganganalysen vor der Kastration fanden bei den *Isländern* am **17.10.2012** statt. Dabei wurde die Bewegung der Pferde zuerst von drei Fachleuten durch visuelle Beobachtung bewertet. Anschließend erfolgte die Ganganalyse mit dem marquis®-CKG-System. Zusätzlich wurde eine adspektorische und palpatorische Untersuchung von Skrotum und Präputium durchgeführt.

Die Kastration der *Isländer* erfolgte am **18.10.2012**. Am **27.10.2012** wurde die erste Bewegungsanalyse post OP sowohl als subjektive (visuelle) Ganganalyse und objektive Ganganalyse mit dem marquis®-CKG-System vorgenommen.

Bei den *Warmblütern* fand die Ganganalyse vor der Kastration am **27.11.2012** statt, ebenfalls wieder als subjektive (visuelle) und objektive Ganganalyse mit dem CKG-System. Kastriert wurden die *Warmblüter* am **06.12.2012**. Die erste Ganganalyse post OP erfolgte am **17.12.2012**.

Die Ganganalysen (subjektiv und objektiv) nach vollständiger Abheilung der Kastrationswunde (Kontroll-U1) wurden bei den *Isländern* und den *Warmblütern* am **22.03.2013** durchgeführt. Auch wurde durch Adspektion und Palpation von Skrotum und Präputium auf Veränderungen geachtet.

Eine letzte Kontrolluntersuchung (Kontroll-U2) erfolgte bei den *Warmblütern* am **30.10.2013** und bei den *Isländern* am **23.12.2013**. Dabei wurde eine subjektive (visuelle) Ganganalyse durchgeführt. Außerdem wurde durch Adspektion und Palpation des Skrotalbereichs nach Veränderungen (Narben, Verklebungen oder Verwachsungen mit dem Samenstrangstumpf) gesucht.

3.2 Patientengut

3.2.1 Einteilung des Patientenguts in Gruppen

Auswahlkriterium bei der Suche nach dem Patientengut war, zwei in sich einheitliche Gruppen von Pferden zu finden. Das heißt Pferde, die innerhalb der einzelnen Pferderassen über vergleichbares Exterieur, Temperament und Gangvermögen verfügten. Für die Arbeit standen somit 13 Warmblüter und 8 Islandpferde zur Verfügung. Beide Gruppen entstammten der Aufzucht zweier Gestüte. Da für die Bewegungsanalyse ein korrektes Vorführen im Schritt und Trab erforderlich war, wurden die Junghengste 14 Tage vor Beginn der Messungen täglich trainiert. Dies geschah in der Weise, dass die Pferde aufgehalfert an das Führen an der Hand, sowie an die Vorführstrecke gewöhnt wurden. Eine Hilfsperson trieb die Pferde mit einer Peitsche von hinten und kontrollierte so die Gleichmäßigkeit des Vorführtempos. Auch das Bandagieren, das für das spätere Befestigen der Sensoren erforderlich war, wurde trainiert.

Das Training der Isländergruppe erfolgte entsprechend den Erwartungen der Autorin. Das Bandagieren und das Vorführen an der Hand wurden planmäßig geübt. Nach der zur Verfügung stehenden Zeit standen dann für die Ganganalyse einigermaßen gut erzogene Pferde bereit. Das Vorführen auf gerader, ebener Strecke sowie die Anbringung der Sensoren waren meist ohne Probleme und zeitliche Verzögerungen möglich.

Mit der Warmblütergruppe zeigten sich die Unterschiede zwischen den genügsamen und meist geduldigen Isländern und den hoch im Blut stehenden Warmblütern. Diese waren aufgrund ihres Temperaments zunächst viel schwieriger an die geforderten Aufgaben zu gewöhnen. Weil sich die Pferde bis dahin frei und mit wenig menschlichem Kontakt auf der Koppel in der Herde bewegen konnten, war dieses Verhalten verständlich. Auch kam hinzu, dass bedingt durch die massigere Konstitution eines Warmblüters im Gegensatz zu einem zierlichen Isländer, das Handling viel schwieriger war.

Die für die Kastration vorgesehenen Junghengste waren zwischen 1 ½ und 2 ½ Jahre alt. Sie hatten einen guten Allgemeinzustand und waren ohne besondere Auffälligkeiten.

Tab. 1: Alter und Rasse der kastrierten Hengste (n = 21)

Pferd Nr.	Alter	Rasse
1	2 ½ Jahre	Isländer
2	2 ½ Jahre	Isländer
3	2 ½ Jahre	Isländer
4	2 ½ Jahre	Isländer
5	2 ½ Jahre	Isländer
6	1 ½ Jahre	Isländer
7	1 ½ Jahre	Isländer
8	2 ½ Jahre	Isländer
10	2 ½ Jahre	Warmblut
11	2 ½ Jahre	Warmblut
12	2 ½ Jahre	Warmblut
13	2 ½ Jahre	Warmblut
14	2 ½ Jahre	Warmblut
15	2 ½ Jahre	Warmblut
16	2 ½ Jahre	Warmblut
17	2 ½ Jahre	Warmblut
18	2 ½ Jahre	Warmblut
21	2 ½ Jahre	Warmblut
22	2 ½ Jahre	Warmblut
23	2 ½ Jahre	Warmblut
24	2 ½ Jahre	Warmblut

3.3 Vorausgegangene Untersuchungen

3.3.1 Vorbericht

Im Vorbericht wurde die Haltungsform (Box, Laufstall, Koppel), etwaige ältere Krankheiten und die Verabreichung von Medikamenten abgeklärt. Auf einen bestehenden Tetanus-Impfschutz wurde hingewiesen.

3.3.2 Allgemeinuntersuchung

Die Allgemeinuntersuchung umfasste das Ermitteln von Puls, Atmung und Körpertemperatur. Ebenso wurden die Schleimhäute und Lymphknoten untersucht. Zusätzlich wurde der Pflege- und Ernährungszustand der Pferde beurteilt.

3.3.3 Spezielle klinische Untersuchung

Zuerst erfolgte die Adspektion nach äußeren Veränderungen von Skrotum und Präputium. Dann wurde mittels Palpation der äußeren Geschlechtsorgane das Vorhandensein beider Hoden mit Nebenhoden geprüft. Ebenso wurde die Größe und Symmetrie der Hoden ermittelt. Die Inguinalgegend wurde palpiert um eventuelle Auffälligkeiten zu entdecken. Das Vorhandensein pathologischer Veränderungen wurde ausgeschlossen.

3.3.4 Subjektive Gangbeurteilung

Vor jeder Gangbeurteilung mit dem CKG-Messsystem erfolgte eine visuelle, sogenannte subjektive Beurteilung der Bewegung. Dabei wurden die Pferde an der Hand auf der Vorführstrecke im Schritt und im Trab vorgestellt. Drei erfahrene Fachleute (zwei Tierärzte und ein Biomechaniker) beurteilten den Bewegungsablauf, wobei alle Beurteilungen

stets von den drei selben Personen in folgenden Gutachten durchgeführt wurden. Für jedes Pferd wurde ein Bewertungsschema verwandt. Es wurde nach folgenden Kriterien beurteilt:

Schritt:

- *Taktreinheit - deutlicher Viertakt*
- *raumgreifende Schritte*
- *gute Trittlänge*
- *schwungvolle Bewegung*
- *schreitend*
- *rhythmischer Bewegungsablauf*
- *gleichmäßige Schrittfolge*
- *deutliches Übertreten der Hinterhufe über das Trittsiegel der Vorderhufe*
- *Symmetrie der linken und rechten Hintergliedmaße*
- *lahmfreie Bewegung*

Trab:

- *Taktreinheit - deutlicher Zweitakt*
- *raumgreifend*
- *kraftvoller Schub aus der Hinterhand*
- *weites, unter den Schwerpunkt Treten der Hintergliedmaßen*
- *Gleichmäßigkeit der Bewegung*
- *Hinterhufe erreichen mindestens die Trittsiegel der Vorderhufe*
- *Symmetrie der linken und rechten Hintergliedmaße*
- *lahmfreie Bewegung*

Um die Bewertung der Pferde zu erleichtern wurde eine Punkteskala von 1 bis 6 festgelegt. Die höchst erreichbare Punktzahl wurde mit **6 Punkten** definiert. Dementsprechend erhielt ein sich außergewöhnlich gut bewegendes Pferd sechs Punkte und ein sich sehr schlecht bewegendes Pferd die geringste Punktzahl von einem Punkt. Die Vergabe der Punktezahl erfolgte für Schritt und Trab getrennt.

Zuerst bewertete jeder Gutachter allein das entsprechende Pferd. Anschließend wurde das Endergebnis nach gemeinsamer Besprechung der drei Beobachter bestimmt. Diese subjektive Beurteilung vor der CKG-Messung hatte auch den positiven Nebeneffekt, dass die Pferde an die anschließende Messsituation und die Vorführstrecke gewöhnt wurden.

3.4 Gangbeurteilung mit marquis®-CKG-System

3.4.1 Erfassung des Bewegungsmusters



Abb. 1: Vorführen des Pferdes im Schritt zur Erfassung des Gangmusters vor der Kastration.

Zur Erfassung der Bewegungsparameter wurde an jeder Hintergliedmaße am distalen lateralen Röhrbein ein Sensor befestigt. Die Sensoren hatten die Maße 85 x 30 x 35 mm und ein Gewicht von 150 Gramm. Zuerst wurden als Unterlage auf der behaarten Haut einige Lagen Polstermaterial (Watte) angelegt. Dann wurde jeder Sensor mittels einer elastischen Binde am entsprechenden Pferdebein befestigt. Zur Gewöhnung an die neue Situation gingen die Pferde einige Runden im Schritt und Trab. Danach

wurden die Pferde korrekt aufgestellt und die Sensoren per Knopfdruck (Handgerät) abgeglichen. Dieser so in Ruhe ermittelte Wert wurde als Null-Wert festgelegt. Zur Messung wurden die Pferde im Schritt zweimal die Vorführstrecke auf- und abgeführt. Ein Helfer lief mit Peitsche dem Pferd hinterher und sorgte dadurch für eine gleichmäßige Bewegung. Die Messung im Trab erfolgte in gleicher Weise.

Nach der Messung wurden die Sensoren wieder abgenommen. Die in den Sensoren befindlichen Speicherkarten wurden durch Kabelverbindung in einen Laptop eingelesen und gespeichert. Jede Messung mit Datenübertragung dauerte ungefähr 30 Minuten.



Abb. 2,3,4: Anbringung eines Sensors am lateralen Röhrrbein der linken Hintergliedmaße. Zuerst wurde eine weiche Unterlage geschaffen. Anschließend wurde der Sensor mit einer elastischen Binde fixiert.



Abb. 5: marquis®-CKG-Messapparatur: Laptop, 4 Sensoren, Handtaster, Einlesegerät.

3.4.2 Auswertung der Gangbeurteilung mit dem marquis®-CKG-System

Mit den an den Röhrbeinen befestigten Beschleunigungssensoren wurden während der Bewegung 1000 Messwerte pro Sekunde erfasst und gespeichert. Anschließend erfolgte die Datenübertragung auf einen Laptop mit entsprechender Bearbeitungssoftware. So konnten die sogenannten Computerkinematogramme (CKGs) erstellt werden. Durch zweimalige Berechnung gleitender Mittelwerte wurden die Bewegungsparameter **Aufsetzen** und **Vorschwingen** bestimmt. Die Bewegungsparameter **Symmetrie Aufsetzen** und **Symmetrie Vorschwingen** ergaben sich durch Subtraktion der Mittelwerte HR – HL.

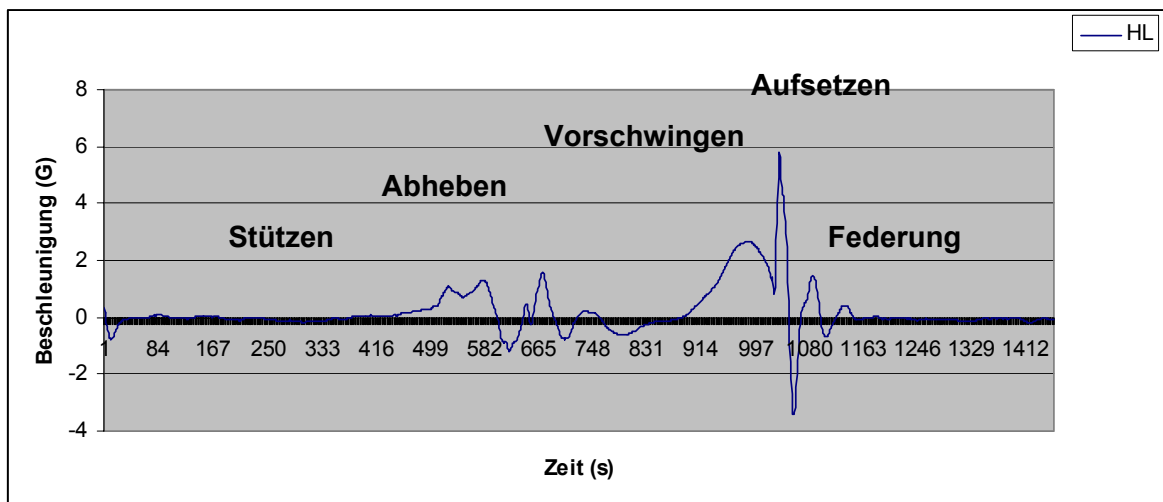


Abb. 6: In der Grafik ist ein Computerkinematogramm (CKG) dargestellt. Es zeigt exemplarisch eine Fußung im Schritt der linken Hintergliedmaße von Pferd 24.

Die einzelnen Bewegungsparameter sind:

- Stützen:** Der Huf befindet sich am Boden.
- Abheben:** Der Huf rollt über die Zehe ab und wird abgehoben.
- Vorschwingen:** Die Gliedmaße wird vorgeschwungen.
- Aufsetzen:** Der Huf setzt am Boden auf.
- Federung:** Durch die Elastizität der Fessel und des Sehnenapparats kommt es zum Einfedern der Gliedmaße.

Das **Abheben** ist in der CKG-Kurve durch zwei aufeinanderfolgende und durch ein Tal getrennte Hauptmaxima gekennzeichnet. Mit dem Anheben des Röhrbeins zu Beginn des Abhebevorgangs entsteht das erste Hauptmaximum. Mit der maximalen Beschleunigung des Hufes bildet sich dann das zweite Hauptmaximum (HÜBNER 2006). Es folgt dann ein Tal unterhalb der Nulllinie, dessen tiefster Punkt der Vorschwungwert ist (FALATURI 2001). Das **Aufsetzen** beginnt nach einem breiten Tal, welches das **Vorschwingen** kennzeichnet und geht zu einem breiten Hauptmaximum über. Dieses Hauptmaximum stellt den ersten Kontakt des Hufes mit dem Boden dar. Danach folgt ein spitzes, hohes Hauptmaximum.

Dieses entsteht durch den Schlag auf das Röhrein, sobald der Huf voll aufsetzt (HÜBNER 2006).

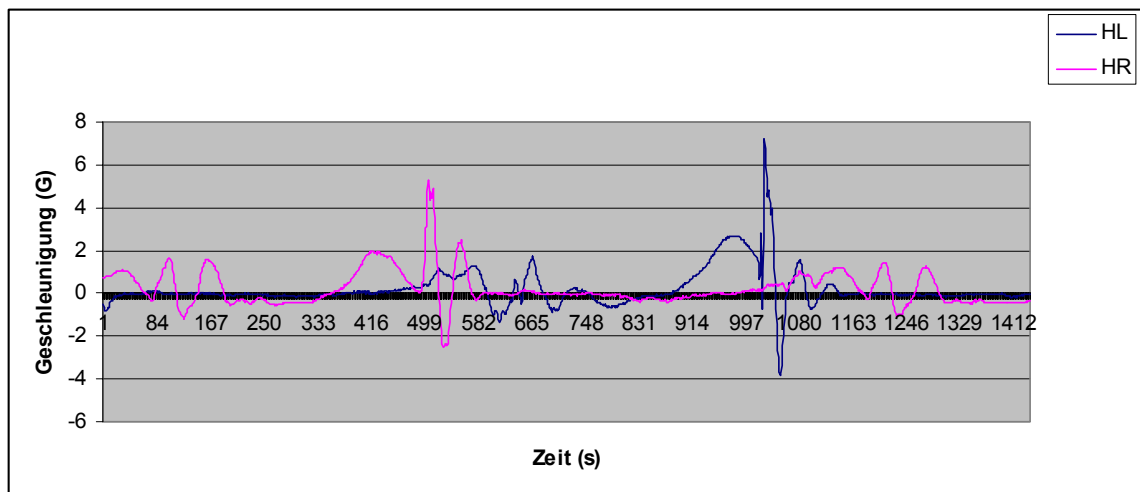


Abb. 7: Die Grafik zeigt jeweils eine Fußung im Schritt der beiden Hintergliedmaßen von Pferd 24. Blau = HL; Rot = HR.

Die Grundgangarten Schritt und Trab gehören zu den symmetrischen Gangarten des Pferdes. Daraus leitet sich die Vermutung ab, dass sich die linke und rechte Körperhälfte identisch bewegen (FALATURI 2001). Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass geringgradige Abweichungen üblich sind (FALATURI 2001). Dies wird auch in der Abbildung 7 ersichtlich.

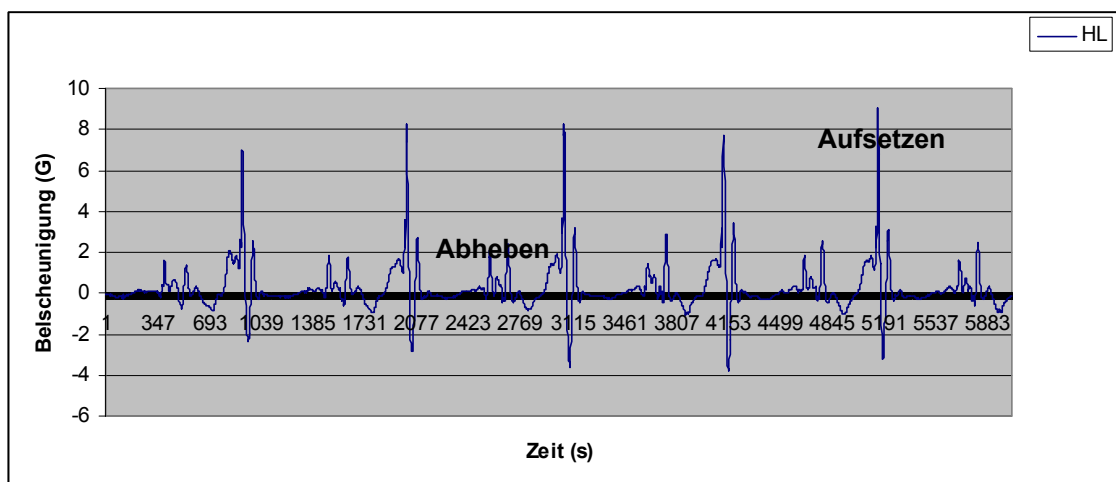


Abb. 8: Exemplarisch werden fünf Fußungen im Schritt der linken Hintergliedmaße von Pferd 1 dargestellt. Bei diesem CKG handelt es sich um ungeglättete Kurven. Bei der Glättungsprozedur werden hochfrequente Oberschwingungen herausgefiltert. Dies erleichtert die Interpretation der CKG-Kurven.

3.5 Kastrationsbedingungen und Operationsmethode

3.5.1 Kastrationsmethode

Bei der Kastration handelte es sich um die von BLASS und BRILL (2000) beschriebene und von der Autorin modifizierte Methode. Alle Hengste wurden von der Autorin selbst kastriert.

Die Kastration erfolgte am stehenden Pferd. Zuerst wurden die Pferde auf Sedierfähigkeit klinisch untersucht und anschließend sediert. Die Sedierung erfolgte mit Acepromazin (Vetranquil® 1%, Fa. Albrecht, 8 mg/100 kg KGW), Xylazin (Xylarium®, Fa. Pharma Partner, 48 mg/100 kg KGW) und Levomethadon (L-Polamivet®, Fa. Intervet, 7,5 mg/100 kg KGW). Danach wurde die Operationsstelle vorbereitet und eine intratestikuläre Injektion beider Hoden ins Zentrum mit je 15 bis 20 ml Procain (Minocain® 2 %, Fa. WDT) ausgeführt.

Mit einer Entfernung von ungefähr 1 bis 2 cm von der medianen Raphe des Scrotums erfolgte die Hautinzision. Die Länge betrug 6 bis 10 cm, abhängig von der Größe der Hoden. Bei der ersten Inzision wurde darauf geachtet, dass der Processus vaginalis nicht verletzt wurde. Ein Teil des bedeckten Hodens wurde schließlich durch Zusammendrücken aus dem Skrotum geschoben. Mit einer weiteren tiefen Inzision wurde der Processus vaginalis eröffnet und das vollständige Freilegen des Hoden mit Nebenhoden und Samenstrang vollzogen. Eine Fixierklemme wurde dann am distalen Ende des Processus vaginalis angebracht, um ihn später eindeutig identifizieren zu können.

Mit der stumpfen Durchtrennung des Mesorchiums erfolgte ein Separieren vom Gefäßteil des Samenstrangs und Mesorchium dorsale. Die Kastrationszange nach Serra wurde nun möglichst weit proximal um das Mesorchium dorsale mit Samenleiter und muskulösem Gewebe gelegt und gequetscht. Der distal gelegene Anteil wurde gleichzeitig abgesetzt. Die Zeit für das Quetschen betrug zwei Minuten.

Um das Hervortreten von Darmschlingen, Netzteilen und das Abfließen von Peritonealflüssigkeit in die Wunde zu verhindern, wurde der Gefäßteil des Samenstrangs einschließlich Processus vaginales mit einer Nadel und resorbierbarem Nahtmaterial (Vicryl®, 4 metric) durchstochen und eine doppelte Ligatur angelegt. Somit erfolgte ein Verschluss des Zugangs zur Bauchhöhle. Danach wurde der Emasculator nach Serra distal dieser Ligatur auf den Gefäßteil des Samenstrangs gelegt. Gleichzeitig mit dem zweiminütigen Quetschen erfolgte das Absetzen des Hodens mit Nebenhoden und restlichem Samenleiter. Nach der Abnahme der Kastrationszange wurde der verbleibende Gefäßteil des Samenstrangs und die Kastrationswunde auf Blutungen überprüft. Abschließend wurde die Wunde mit einem Wundspray besprüht und nicht verschlossen, damit das entstehende Wundsekret abfließen konnte.

Um entzündlichen Schwellungen und Schmerzen entgegen zu wirken, erhielten die Pferde vor dem Eingriff das Nichtsteroidale-Antiphlogistikum Phenylbutazon (Phenylbutazon®, Fa. CP-Pharma, 450 mg/100 kg KGW, oral). Als Infektionsprophylaxe wurde Benzylpenicillin-Procaïn (Veracin®-compositum, Fa. Albrecht, 16.000 IE/kg KGW, i.m.) verabreicht. Die Antibiotikungabe wurde nach zwei Tagen wiederholt. Eine weitere Gabe war abhängig vom Heilungsverlauf und Allgemeinzustand der Kastraten. Auf den aktuellen Tetanus-Impfstatus wurde geachtet und gegebenenfalls Tetanus-Serum plus Tetanustoxoid-Impfstoff verabreicht.

Durchschnittlich betrug die Dauer des Eingriffs vom Sedieren mit Vorbereitung des Operationsfeldes bis zur Kastration und Nachsorge ca. 25 Minuten. Die Pferde kamen nach einem Tag Boxenruhe wieder mit den anderen Wallachen auf die Weide bzw. in den Laufstall.



Abb. 9a: *Erforderliches Equipment für die Kastration.*



Abb. 9b: *Adspektion und Palpation von Präputium und Skrotum vor der Kastration.*

3.5.1.1 Darstellung des Operationsverlaufs



Abb. 10: *Sedierung des Junghengstes.*



Abb. 11: *Sedierter Hengst: Sedierung wirkt, Kopf geht nach unten.*



Abb. 12: *Infiltrationsanästhesie ins Zentrum des linken Hodens.*



Abb.13: *Erfassen des Hodens mit der linken Hand und Hautinzision ungefähr 1 cm von der medianen Raphe.*



Abb. 14: *Freipräparieren und Herausdrücken des Hodens.*

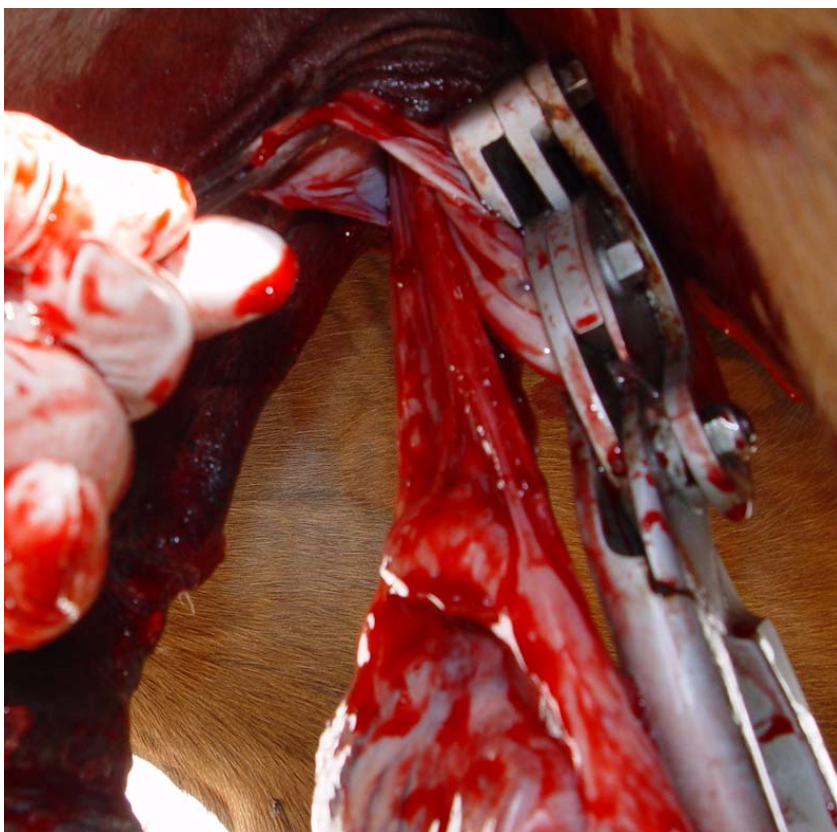


Abb. 15: *Restlicher Musculus cremaster und Samenleiter werden mit der Kastrationszange gequetscht (rechts). Mit einer Klemme wird die Tunica vaginalis festgehalten (links). Gefäßteil des Samenstrangs mit Hoden und Nebenhoden (Mitte).*



Abb. 16: *Ligatur von Tunica vaginalis und Gefäßteil des Samenstrangs.*

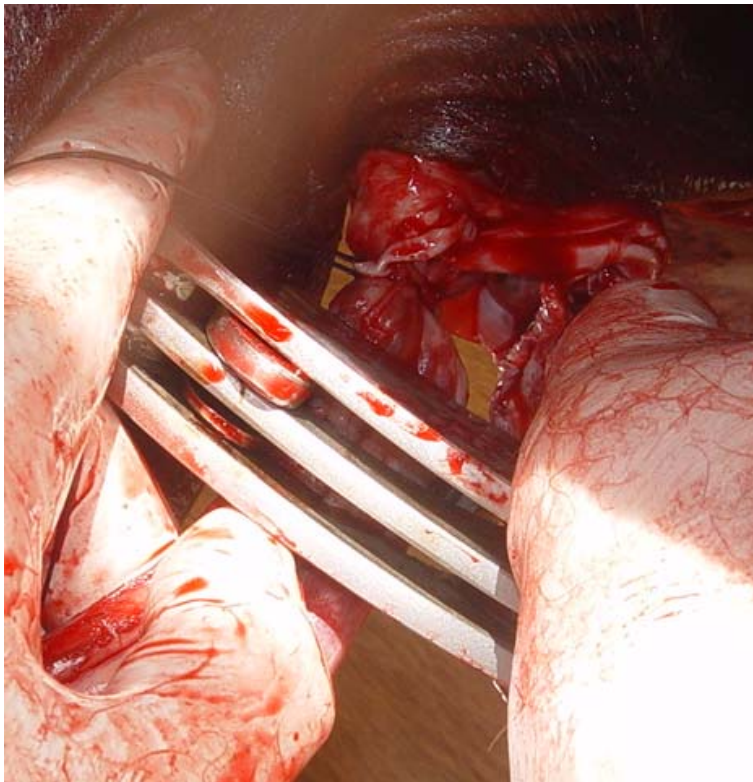


Abb. 17: *Die Tunica vaginalis wird durch doppelte Ligatur über dem Gefäßteil des Samenstrangs verschlossen. Das Quetschen mit der Kastrationszange erfolgt distal der Ligatur.*

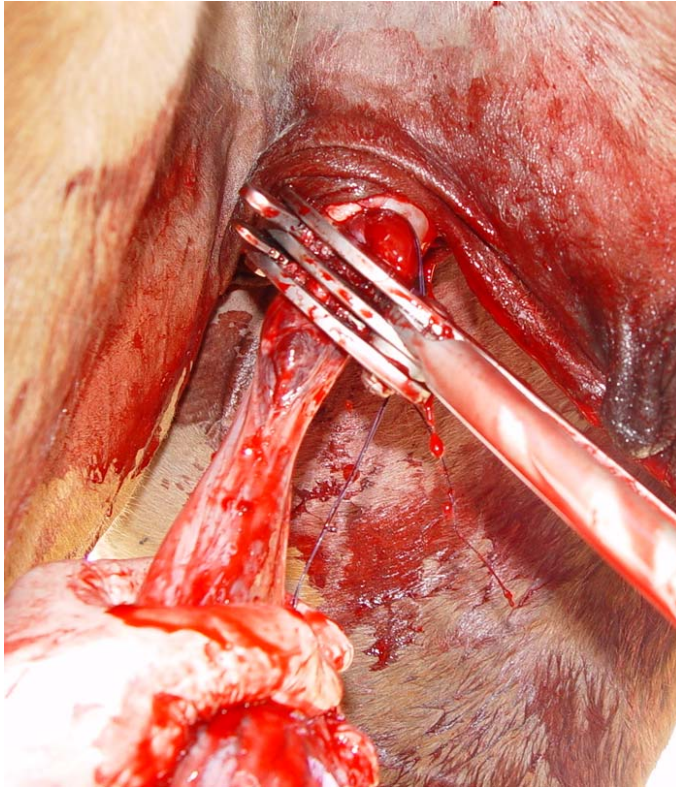


Abb. 18: *Die Kastrationszange wird auf den Gefäßteil
des Samenstrangs aufgesetzt und gequetscht.*

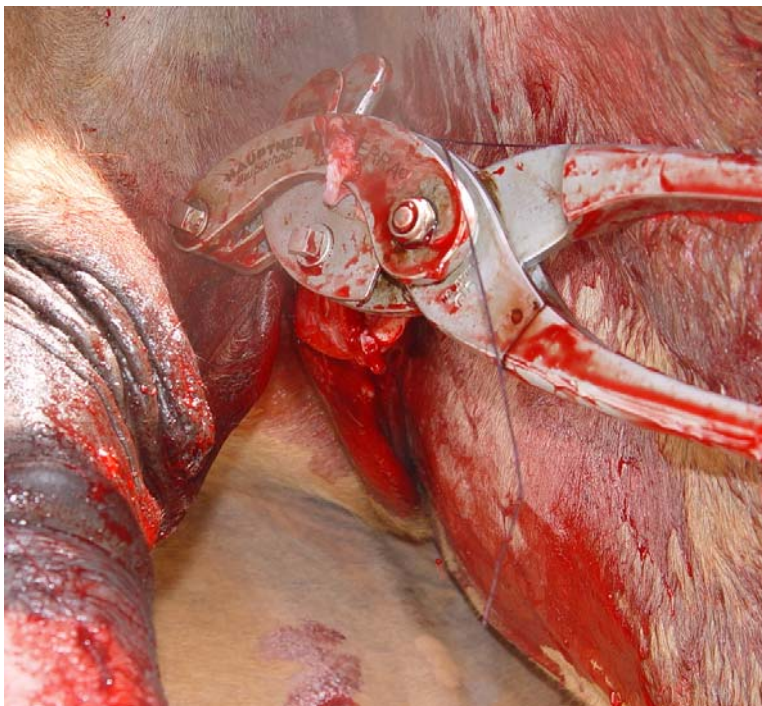


Abb. 19: *Hoden und Nebenhoden sind abgetrennt.
Die Kastrationszange quetscht zwei Minuten den
Gefäßteil des Samenstrangs.*

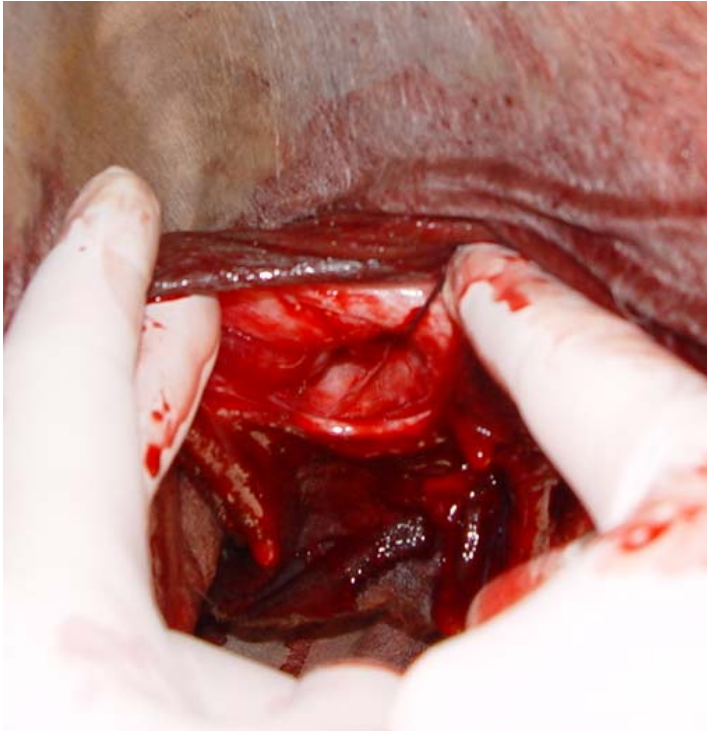


Abb. 20: Verbliebener Teil des Stumpfes des Gefäßteils von Samenstrang und Tunica vaginalis sind in der Kastrationswunde verschwunden.

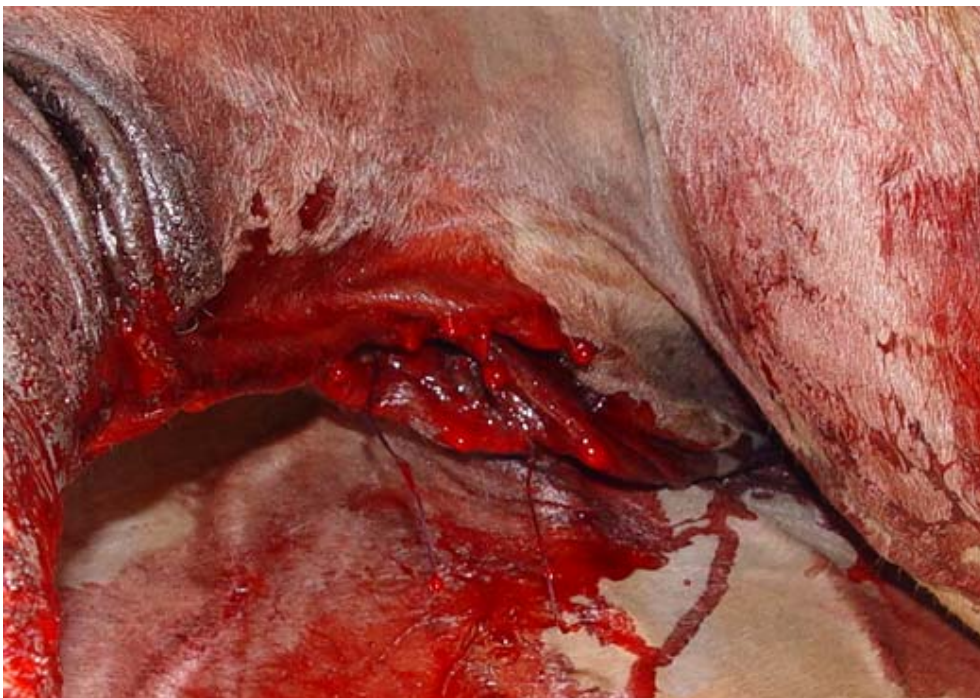


Abb. 21: Die Kastrationswunde wird nicht verschlossen, damit das Wundsekret abfließen kann. Die Ligaturfäden ragen aus der Wunde heraus und wirken als Drainage.

3.5.2 Postoperative Verlaufskontrolle der Wundheilung

Zur Beurteilung der Schwellung des Präputiums und dem Heilungsverlauf der Kastrationswunde wurde eine Punkteskala angelegt. Diese Punkteskala entstand in Anlehnung an das Bewertungsschema aus der Arbeit von MAASSEN (2007). Die Wundheilung wurde jeden zweiten Tag nach der Kastration bis zum 16. Tag post OP dokumentiert.

Tab. 2: Bewertungsschema für die Wundheilung und Schwellung des Präputiums.

	Punkteskala
o.b.B.	0
geringstgradig	1
geringgradig	2
mittelgradig	3
hochgradig	4
höchstgradig	5



Abb. 22: Das Foto zeigt eine noch nicht verheilte Kastrationswunde und das Präputium mit Schwellung. Entsprechend der Werteskala wurde das Skrotum mit dem Punktwert 2 und das Präputium mit dem Wert 3 beurteilt.

3.6 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe von Microsoft Excel 2007 für Windows XP. Zur Ermittlung der einzelnen metrischen Parameter wurden jeweils die Mittelwerte (MW) mit den integrierten Standardabweichungen (σ) berechnet. Um den Zusammenhang zweier Variablen zu testen wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient (r) verwendet, der zwischen -1 und + 1 liegt. Ein positiver Korrelationswert sagt aus, dass durch den Anstieg einer Variablen auch der Wert der anderen Variablen größer wird. Ein negativer Korrelationswert bedeutet einen gegenläufigen Zusammenhang. Das SPSS-Handbuch definiert folgende Abstufungen:

$r = 0$	kein linearer Zusammenhang
$r \leq 0,2$	sehr geringe Korrelation
$r \leq 0,5$	gering Korrelation
$r \leq 0,7$	mittlere Korrelation
$r \leq 0,9$	hohe Korrelation
$r > 0,9$	sehr hohe Korrelation.

Die mit dem marquis[®]-CKG-System erfassten Rohdaten wurden mittels einer speziellen Software (DataViewer[®]) einer Glättungsprozedur unterworfen. Dabei wurden die hochfrequenten Oberschwingungen herausgerechnet. Das Programm suchte dann innerhalb einer Messreihe die gleichmäßigsten Schritt- und Trabzyklen heraus (CARL 2004). Aus diesen Zyklen wurden dann folgende Bewegungsparameter berechnet:

- mittlere Zyklusdauer mit Standardabweichung.
- Differenz der Stützdauern und deren Stetigkeit.
- mittlere Vorschwungbeschleunigung mit Standardabweichung.
- mittlere Aufsetzbeschleunigung mit Standardabweichung.

Eine Validierung des Ganganalysesystems erfolgte bereits in früheren Arbeiten (CARL 2004; FALATURI 2001; HÜBNER 2006).

4 Ergebnisse

4.1 Zeitachse

Isländergruppe

Tab. 3: Zeitachse Isländergruppe

17.10.2012	18.10.2012	27.10.2012	22.03.2013	23.12.2013
vor OP	Kastration	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
1. CKG - Messung		2. CKG - Messung	3. CKG - Messung	
subjektive Ganganalyse		subjektive Ganganalyse	subjektive Ganganalyse	subjektive Ganganalyse
Palpation	OP	Wundkontrolle Palpation	Wundkontrolle Palpation	Wundkontrolle Palpation

Warmblütergruppe

Tab. 4: Zeitachse Warmblütergruppe

27.11.2012	06.12.2012	17.12.2012	22.03.2013	30.10.2013
vor OP	Kastration	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
1. CKG - Messung		2. CKG - Messung	3. CKG - Messung	
subjektive Ganganalyse		subjektive Ganganalyse	subjektive Ganganalyse	subjektive Ganganalyse
Palpation	OP	Wundkontrolle Palpation	Wundkontrolle Palpation	Wundkontrolle Palpation

4.2 Allgemeine und klinische Untersuchung vor der Kastration

Bei allen Hengsten wurde ein ungestörtes Allgemeinbefinden diagnostiziert. Die Hoden waren beidseits im Skrotum palpierbar. Keines der Pferde zeigte pathologische Veränderungen am äußeren Geschlechtsapparat.

4.3 Subjektive Gangbeurteilung vor der Kastration

Tab. 5: *Subjektive Beurteilung der Bewegung vor Kastration, Isländergruppe.*

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung
1	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 3
2	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 3
3	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3
4	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3
5	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 2
6	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3
7	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3
8	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 4

Vor der Kastration wurden die Pferde einer visuellen Gangbeurteilung durch drei Gutachter unterzogen und entsprechend einer Punkteskala beurteilt.

Tab. 6: Subjektive Gangbeurteilung vor Kastration, Warmblütergruppe.

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung
10	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 4
11	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
12	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
13	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
14	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
15	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 3
16	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
17	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 3
18	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
21	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
22	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
23	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
24	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3

4.4 Verlauf der Kastration

In der Isländergruppe kam es bei Pferd Nr. 2 unmittelbar nach dem Eingriff zu einer mittelstarken Blutung aus der Kastrationswunde. Da keine größere Gefäßblutung entdeckt werden konnte, wurden die Tunica vaginalis und der Samenstrangstumpf mit einer zusätzlichen doppelten Ligatur versehen. Daraufhin sistierte die Blutung. Der anschließende Wundheilungsverlauf zeigte keine größeren Unterschiede gegenüber den anderen Pferden. Bei Pferd Nr. 3 trat vermehrt Bauchhöhlenflüssigkeit über die Wunde nach außen. Die genaue Ursache konnte nicht ermittelt werden. Die Tunica vaginalis wurde hier mit einer Extraligatur verschlossen. Der Flüssigkeitsaustritt endete prompt. Am fünften Tag post operationem machte das Pferd einen etwas matten Eindruck mit leicht gestörtem Allgemeinbefinden. Es wurde eine fluktuierende Schwellung des Skrotalbereichs entdeckt. Nach stumpfer Eröffnung der Wunde floss eine größere Menge seröser Flüssigkeit ab. Eine erneute Wundsekretanstauung erfolgte in den folgenden Tagen nicht mehr. Das Allgemeinbefinden normalisierte sich wieder. Im weiteren Verlauf kam es auch bei diesem Pferd zu keinen zusätzlichen Komplikationen.

Die Kastration bei den Warmblütern verlief ungestört. Das Pferd Nr. 15 war während des Eingriffs sehr unruhig. Es erfolgte eine Nachinjektion von Xylazin® und Polamivet®. Nachdem der Hodensack eröffnet war und der Hoden herausgedrückt wurde, legte sich das Pferd nieder. Das Pferd wurde kurze Zeit liegengelassen. Innerhalb von zwei Minuten stand das Pferd wieder auf, so dass die OP ohne weitere Zwischenfälle zu Ende gebracht werden konnte. Auch die Wundheilung verlief bei diesem Pferd unauffällig.

Tab. 7: Stehend-Kastration Isländergruppe am 18.10.2012.

Pferd Nr.	Sedierung	OP-Verlauf
1	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 7 ml Polamivet® 10 ml	normal
2	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 5 ml Polamivet® 10 ml	mittelstarke Blutung doppelte Ligatur
3	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 6 ml Polamivet® 11 ml	Austritt von Bauch- höhlenflüssigkeit; Tunica vaginalis Extraligatur
4	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 6 ml Polamivet® 10 ml	normal
5	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 6 ml Polamivet® 10 ml	normal
6	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 5 ml Polamivet® 10 ml	normal
7	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 6 ml Polamivet® 10 ml	normal
8	Vetranquil® 3 ml Xylazin® 7 ml Polamivet® 8 ml	normal

Unmittelbar nach der Kastration wurden die Wallache in einem Laufstall aufgestellt. Am darauf folgenden Tag wurden die Pferde auf die Koppel verbracht. Dort wurde der Wundheilungsverlauf täglich beobachtet und protokolliert wurde.

Tab. 8: Stehend-Kastration Warmblüter am 06.12.2012.

Pferd Nr.	Sedierung	OP-Verlauf
10	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 18 ml Polamivet® 25 ml	normal
11	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 24 ml	normal
12	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 18 ml Polamivet® 25 ml	normal
13	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
14	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	
15	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 15 ml + 10 ml Polamivet® 18 ml + 10 ml	unruhig Nachinjektion Niederlegen
16	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 18 ml Polamivet® 25 ml	normal
17	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
18	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
21	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
22	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
23	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 20 ml Polamivet® 20 ml	normal
24	Vetranquil® 5 ml Xylazin® 18 ml Polamivet® 20 ml	normal

Die Wallache hatten einen Tag Boxenruhe. Danach kamen sie in die Führanlage und gingen dort im Schritt täglich ca. 20 Minuten. Nach weiteren acht Tagen bekamen sie stundenweise gemeinsamen Auslauf auf der Koppel.

4.4.1 Postoperative Verlaufskontrolle der Wundheilung

Die Beurteilung der Wundheilung sowie Schwellung von Präputium und Skrotum erfolgte entsprechend der untenstehenden Skala.

Tab. 9: *Bewertungsschema für die Wundheilung des Skrotums und Schwellung des Präputiums.*

	Punkteskala
o.b.B.	0
geringstgradig	1
geringgradig	2
mittelgradig	3
hochgradig	4
höchstgradig	5

Jeden zweiten Tag nach der Kastration wurde der Wundheilungsverlauf des Skrotums dokumentiert. Dabei wurde die Wunde, insbesondere die Wundränder, visuell begutachtet. Ebenso wurde auf eitrigen Ausfluss und Veränderungen des Umfangs geachtet. Die Adspektion des Präputiums hatte die Kontrolle der Schwellung zum Ziel. Durch Addition der Punktwerte konnte für jedes Pferd ein Wundheilungs-Index vergeben werden; und zwar für das Skrotum und Präputium getrennt. Ebenso konnten durch diesen Index die Pferde aus der Isländergruppe und die Pferde aus der Warmblütergruppe miteinander verglichen werden. Die Division der Gesamtpunktezahl ergab den Gesamt-Wundheilungs-Index, der einen Vergleich der einzelnen Gruppen ermöglichte.

Tab. 10: Verlaufskontrolle Schwellung Präputium Isländergruppe.

Pferd Nr.	2. Tag	4. Tag.	6. Tag	8. Tag	10. Tag	12. Tag	14. Tag	16. Tag	Σ
1	2	2	3	2	2	1	1	0	13
2	2	3	3	2	2	2	1	0	15
3	2	3	4	3	2	1	2	1	18
4	3	3	3	3	3	1	1	0	17
5	3	3	3	3	2	1	1	0	16
6	2	2	2	2	1	1	1	1	12
7	2	3	4	3	2	2	1	1	18
8	2	4	4	3	2	1	1	0	17
Σ	18	23	26	21	16	10	9	3	126

Isländergruppe (n = 8): Verlaufskontrolle der Schwellung des **Präputiums** nach der Kastration (Kastration am 18.10.2012). Der durchschnittliche Wundheilungs-Index beträgt: $\Sigma 126 : n 8 = 15,75$.

Tab. 11: Verlaufskontrolle Wundheilung Skrotum Isländergruppe.

Pferd Nr.	2. Tag	4. Tag	6. Tag	8. Tag	10. Tag	12. Tag.	14. Tag	16. Tag	Σ
1	1	2	2	2	2	1	1	1	12
2	1	2	3	3	2	2	2	1	16
3	2	2	3	4	3	2	1	1	18
4	2	3	3	3	3	2	1	1	18
5	2	2	3	3	3	2	1	1	17
6	1	2	2	2	2	1	1	1	12
7	2	3	4	4	3	2	1	1	20
8	2	2	3	4	3	2	1	1	18
Σ	13	18	23	25	21	14	9	8	131

Isländergruppe (n = 8): Verlaufskontrolle der Wundheilung und Schwellung des **Skrotums** nach der Kastration (Kastration am 18.10.2012). Der durchschnittliche Wundheilungs-Index beträgt: $\Sigma 131 : n 8 = 16,37$ (Tab.11).

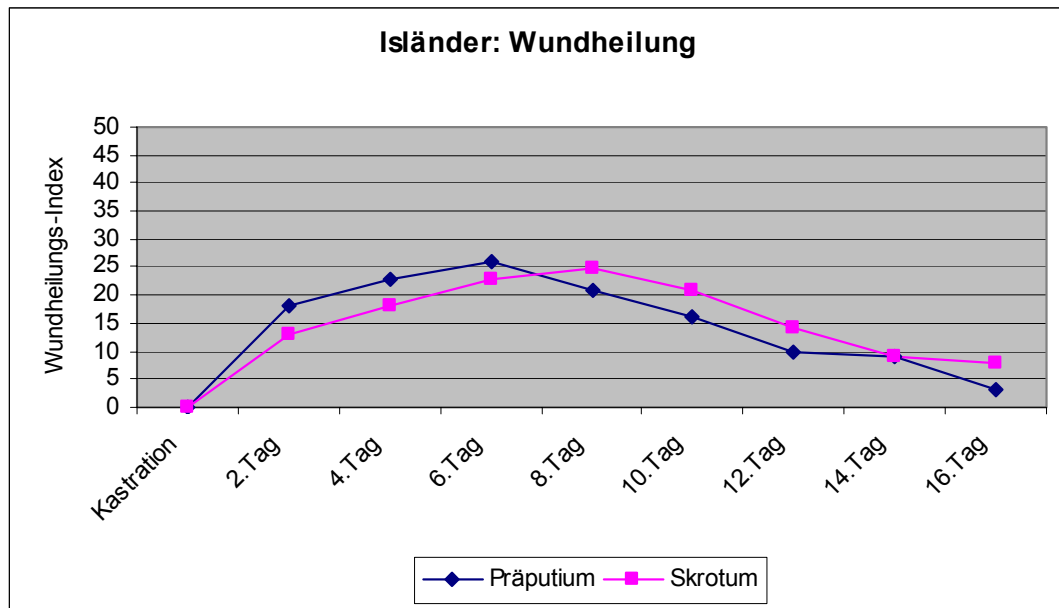


Abb. 23: Isländergruppe ($n = 8$): Die Grafik zeigt den Wundheilungsverlauf vom Tag der Kastration (18. Oktober) bis 16. Tag nach OP. Auf der X-Achse ist der Zeitverlauf dargestellt. Die Y-Achse zeigt die Summation entsprechend der Werteskala (geringstgradig bis höchstgradig).

Die Kurven (Abb. 23) der Wundheilung von Präputium und Skrotum verlaufen ähnlich. In der Zeitspanne sechster bis achter Tag nach der OP war die Wundheilungsstörung und Schwellung am stärksten. Danach kam es zu einer kontinuierlichen Besserung.

Tab. 12: Verlaufskontrolle Schwellung Präputium Warmblütergruppe.

Pferd Nr.	2. Tag	4. Tag	6. Tag	8. Tag	10. Tag	12. Tag	14. Tag	16. Tag	Σ
10	2	3	3	3	4	4	4	3	26
11	2	2	2	3	3	2	2	2	19
12	1	1	1	3	3	3	3	3	18
13	1	2	2	2	3	3	3	3	19
14	1	2	2	1	1	2	3	3	15
15	3	4	3	1	1	1	1	1	15
16	2	3	3	2	2	2	3	3	20
17	1	2	2	2	2	2	1	1	13
18	1	2	2	3	3	4	4	3	22
21	2	3	3	3	4	4	4	3	26

22	2	1	1	2	2	3	2	2	15
23	2	3	3	3	3	3	3	2	22
24	2	2	2	1	2	2	2	2	15
Σ	22	30	29	29	33	36	35	31	245

Warmblütergruppe: Verlaufskontrolle der Schwellung des **Präputiums** nach der Kastration (Kastration am 06.12.2012). Der durchschnittliche Wundheilungs-Index beträgt: $\Sigma 245 : n 13 = 18,84$ (Tab. 12).

Tab. 13: Verlaufskontrolle Wundheilung Skrotum Warmblütergruppe.

Pferd Nr.	2. 12.	4. 12.	6. 12.	8. 12.	10. 12.	12. 12.	14. 12.	16. 12.	Σ
10	1	1	1	2	3	3	3	3	17
11	1	1	1	2	3	3	3	3	17
12	1	1	1	2	3	3	3	3	17
13	1	1	1	3	3	4	4	4	21
14	1	1	1	3	4	4	4	4	22
15	2	3	2	2	2	3	3	2	19
16	2	2	2	2	2	3	3	4	20
17	1	1	1	1	3	3	3	3	16
18	1	2	1	3	3	3	3	3	19
21	1	1	1	3	4	4	4	4	22
22	1	1	1	2	3	3	2	2	15
23	2	2	1	2	3	3	2	2	17
24	1	2	2	2	3	4	3	2	19
Σ	16	19	16	29	39	43	40	39	241

Warmblütergruppe: Verlaufskontrolle der Wundheilung und Schwellung des **Skrotums** nach der Kastration (Kastration am 06.12.2012). Der durchschnittliche Wundheilungs-Index beträgt: $\Sigma 241 : n 13 = 18,53$.

Bei Pferd Nr. 16 trat am 31.12. eine hochgradige fluktuierende Schwellung des Skrotums auf. Die Kastrationswunde wurde eröffnet und zweimal innerhalb von 4 Tagen mit einer antiseptischen Lösung gespült. Außerdem wurde das Pferd antibiotisch mit Penicillin (3 x 40 ml Veracin® i.m.) behandelt.

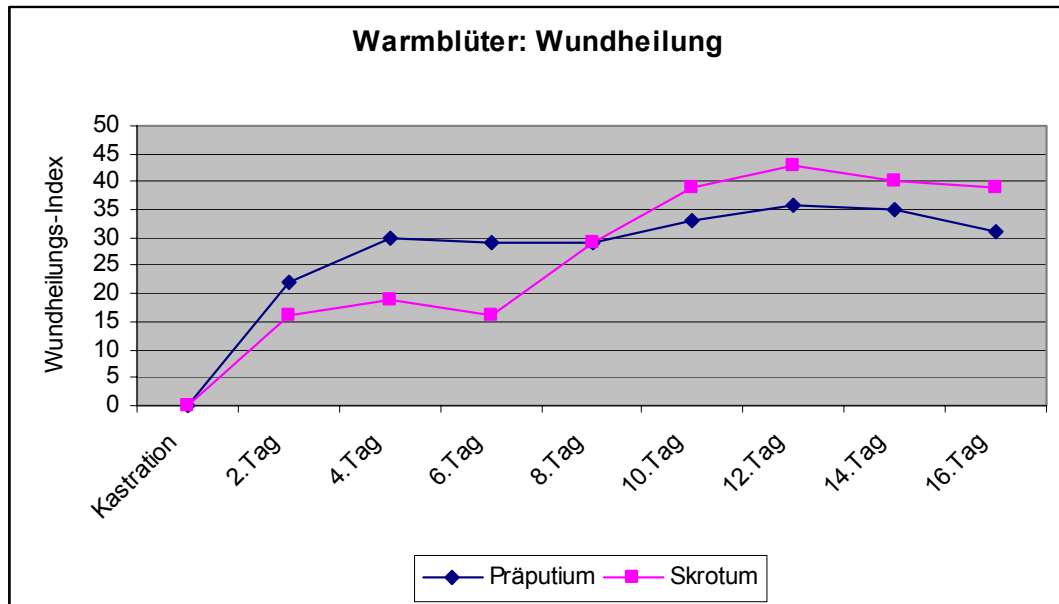


Abb. 24: Warmblutgruppe ($n = 13$): Die Grafik verdeutlicht den Wundheilungsverlauf (Skrotum) im Vergleich zur Schwellung des Präputiums. Auf der X-Achse ist der Zeitverlauf der Heilung dargestellt. Die Kastration wurde am 06. Dezember vorgenommen. Die Y-Achse zeigt die Summation entsprechend der Werteskala (geringstgradig bis höchstgradig).

Die Kurven der Wundheilung von Präputium und Skrotum verlaufen bei den Warmblütern nicht so einheitlich wie bei der Isländergruppe. Ab dem 10. Tag nach der OP kam es zu einer verstärkten Wundheilungsstörung und Schwellung. Erst ab dem 16. Tag nach der Kastration trat eine kontinuierliche Besserung ein. Eine vollständige Abheilung wurde bei allen Pferden am 22. März dokumentiert. Durch Adspektion und Palpation der verheilten Kastrationswunde wurde deren Zustand geprüft. Es wurde außerdem darauf geachtet, ob Samenstrangstümpfe und deren Vernarbungen ertastet werden konnten. Auch bei der letzten Kontrolluntersuchung (Kontroll-U2) 10 Monate nach der Kastration konnten bei sechs auf dem Gestüt verbliebenen Warmblutpferden durch Palpation keine Vernarbungen der Samenstrangstümpfe festgestellt werden.

Tab. 14: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) des Wundheilungs-Index der Isländer.

Isländer	MW	σ
Präputium	15,75	2,25
Skrotum	16,37	2,92

Tab. 15: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) des Wundheilungs-Index der Warmblüter.

Warmblüter	MW	σ
Präputium	18,84	4,25
Skrotum	18,53	2,25

Beim Vergleich der Mittelwerte aus Tab. 14 und 15 fällt auf, dass die Werte bei den *Isländern* auf einem kleineren Niveau sind als bei den *Warmblütern*. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Wundheilung bei den *Isländern* besser verläuft als bei den *Warmblütern*. Die Standardabweichungen sind gleichmäßig verteilt. Außer bei den *Warmblütern* ist die Standardabweichung (4,25) bei der Beurteilung des Präputiums fast doppelt so groß als bei den übrigen Bewertungen. Dies liegt daran, dass die Heilung des Präputiums von Pferd 17 sehr gut verlief. Dagegen war der Verlauf der Heilung bei den Pferden 10 und 21 nicht so gut. Die Heilung von Präputium und Skrotum korrelieren bei den *Isländern* stark ($r = 0,970$). Wobei bei den *Warmblütern* die Heilung von Präputium und Skrotum nur gering korrelieren ($r = 0,217$).

Wundheilungsverlauf Pferd Nr. 15

Abb. 25: 17. Dez. 2013, die Wunde ist noch nicht geschlossen. Das Nahtmaterial der Ligatur ist noch vorhanden.



Abb. 26: 04. Jan. 2013, das Nahtmaterial ist abgefallen.



Abb. 27: 30. Jan. 2013, die beiden Kastrationswunden sind verschlossen und vernarben.



Abb. 28: 04. März 2013, die Wunden sind nur noch andeutungsweise zu erkennen.



Abb. 29: 22. März 2013, die Kastrationswunden sind gut verheilt.

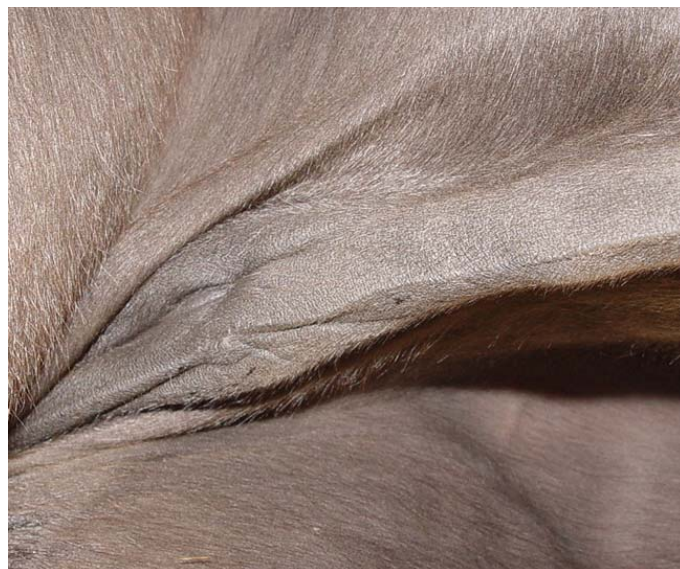


Abb. 30: 30. Okt. 2013, nach ungefähr einem Jahr post OP sind adspektorisch und palpatorisch keine Auffälligkeiten zu erkennen.

4.5 Postoperative subjektive Gangbeurteilung

4.5.1 Ergebnisse der subjektiven Gangbeurteilung

Zehn Tage nach der Kastration wurde die erste Gangbeurteilung post operationem vorgenommen. Es wurde wieder zuerst eine subjektive Bewertung der Bewegung von den selben Fachleuten vorgenommen. Anschließend erfolgte die objektive Gangbeurteilung mit dem CKG-System.

Tab. 16: Subjektive Gangbeurteilung direkt nach Kastration bei der Isländergruppe in der Gangarten Schritt und Trab.

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung
1	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 2
2	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 2
3	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 2
4	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 3
5	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 3
6	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 3
7	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3
8	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 2

Tab. 17: *Subjektive Gangbeurteilung direkt nach Kastration bei der Warmblütergruppe in den Gangarten Schritt und Trab.*

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung
10	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 2 Trab 2
11	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
12	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
13	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 2 Trab 3
14	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 2
15	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 2
16	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
17	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 2
18	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4
21	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 3
22	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 2 Trab 3
23	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4
24	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4

5 Monate nach der Kastration (Kontroll-U1) erfolgte bei den *Isländern* die dritte Gangbeurteilung. Gleichzeitig wurde durch Adpektion und Palpation das Skrotum begutachtet. Die vollständige Abeilung wurde bei allen Pferden festgestellt.

Tab. 18: *Subjektive Gangbeurteilung 22.03.2013, Isländer.*

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung und Palpation
1	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B
2	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
3	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3 Palp. o.b.B
4	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 4 Palp. o.b.B
5	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3 Palp. o.b.B
6	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 3 Trab 3 Palp. o.b.B
7	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
8	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B

Bei den *Warmblütern* erfolgte 4 Monate nach der Kastration (Kontroll-U1) die dritte Gangbeurteilung sowie eine Adspektion und Palpation der Skrotums. Die vollständige Abheilung der Kastrationswunde konnte bei allen Pferden festgestellt werden.

Tab. 19: *Subjektive Gangbeurteilung 22.03.2013, Warmblüter.*

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung und Palpation
10	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B
11	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4 Palp. o.b.B
12	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 4 Palp. o.b.B
13	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4 Palp. o.b.B
14	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4 Palp. o.b.B
15	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
16	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
17	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B
18	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
21	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
22	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 4 Palp. o.b.B
23	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B
24	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B

Die letzte subjektive Gangbeurteilung erfolgte bei den *Warmblütern* 10 Monate und bei den *Isländern* 14 Monate nach der Kastration (Kontroll-U2). Zu diesem Zeitpunkt wurde gleichzeitig eine Palpation des Skrotums vorgenommen, um eventuelle Veränderungen festzustellen und zu dokumentieren (Tab. 20 u. 21). Es standen bei den *Warmblütern* allerdings nur noch sechs Pferde zur Verfügung, weil die restlichen Tiere bereits verkauft wurden. Die Isländergruppe war mit acht Pferden vollständig.

Tab. 20: Subjektive Gangbeurteilung und Palpation Skrotum der Isländer, Kontroll-U2 (23.12.2013).

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung und Palpation
1	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B.
2	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 4 Palp. o.b.B.
3	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B.
4	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 4 Palp. o.b.B.
5	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 4 Trab 4 Palp. o.b.B.
6	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 2 Trab 3 Palp. derbe Hautfalte
7	1 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 4 Palp. o.b.B.
8	2 ½ Jahre	Isländer	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B.

Tab. 21: *Subjektive Gangbeurteilung und Palpation Skrotum der Warmblüter, Kontroll-U2 (30.10.2013).*

Pferd Nr.	Alter	Rasse	Subjektive Gangbeurteilung und Palpation
10	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B.
14	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 4 Palp.. o.b.B
15	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 5 Trab 4 Palp. o.b.B.
21	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 3 Trab 4 Palp. o.b.B.
23	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 5 Trab 5 Palp. o.b.B.
24	2 ½ Jahre	Warmblut	Schritt 4 Trab 5 Palp. o.b.B.

4.5.2 Auswertung der subjektiven Gangbeurteilung

Damit eine Aussage getroffen werden konnte, wie sich die subjektive (visuelle) Gangbeurteilung in den verschiedenen Zeitabschnitten veränderte, wurde die Gesamtpunktzahl ermittelt (Tab. 16 bis 21). Das heißt, die vergebenen Punkte im Schritt und Trab wurden für die vier Zeitpunkte (*vor Kastration – nach OP – Kontroll-U1 – Kontroll-U2*) addiert und der Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (σ) gebildet.

Daraus ergab sich nachfolgendes Ergebnis:

Isländer (n = 8)		<i>Punkte</i>	<i>MW</i>	σ
<u>Schritt:</u>	vor der Kastration	26	3,25	0,71
	1 Woche danach	18	2,25	0,46
	Kontroll-U1 (5 Monate nach OP)	30	3,75	0,89
	Kontroll-U2 (14 Monate nach OP)	34	4,25	1,04
<u>Trab:</u>	vor der Kastration	24	3,00	0,53
	1 Woche danach	20	2,50	0,53
	Kontroll-U1 (5 Monate nach OP)	33	4,12	0,99
	Kontroll-U2 (14 Monate nach OP)	34	4,25	0,71

Bei den *Isländern* betrug der Mittelwert im **Schritt** vor der Kastration 3,25. Nach einem Absinken auf 2,25 direkt nach der Kastration stieg der Wert bei Kontroll-U1 auf 3,75 und bei Kontroll-U2 auf 4,25. Beim **Trab** betrug der Mittelwert vor der OP zunächst 3,00 und sank anschließend auf 2,50 ab, um dann bei Kontroll-U1 auf 4,12 und Kontroll-U2 auf 4,25 wieder anzusteigen.

Warmblüter (n =13)		<i>Punkte</i>	<i>MW</i>	σ
<u>Schritt:</u>	vor der Kastration	41	3,15	0,38
	1 Woche danach	39	3,00	0,71
	Kontroll-U1 (4 Monate nach OP)	52	4,07	0,64
	Kontroll-U2 (10 Mon. nach OP; n=6)	26	4,33	0,82
<u>Trab:</u>	vor der Kastration	40	3,07	0,28
	1 Woche danach	38	2,92	0,76
	Kontroll-U1 (4 Monate nach OP)	60	4,61	0,51
	Kontroll-U2 (10 Mon. nach OP; n=6)	27	4,50	0,55

Die Mittelwerte bei den *Warmblütern* betrugen vor der Kastration im **Schritt** 3,15. Direkt nach der OP fielen die Mittelwerte auf 3,0 und stiegen dann bei Kontroll-U1 auf 4,07. Bei Kontroll-U2 wurde dieses Ergebnis mit 4,33 sogar noch übertroffen. Der **Trab** wurde vor der OP mit einem Wert von 3,07 bewertet. Unmittelbar nach der Kastration fiel auch dieser Wert auf 2,92 ab.

Die Kontroll-U1 ergab den Mittelwert von 4,61. Bei der Kontroll-U2 fiel dieser Wert gering auf 4,50 ab. Es ist zu beachten, dass bei der Kontroll-U2 nur noch sechs *Warmblüter* zur Verfügung standen. Die Standardabweichungen (σ) sind bei allen Beurteilungen gleichmäßig verteilt.

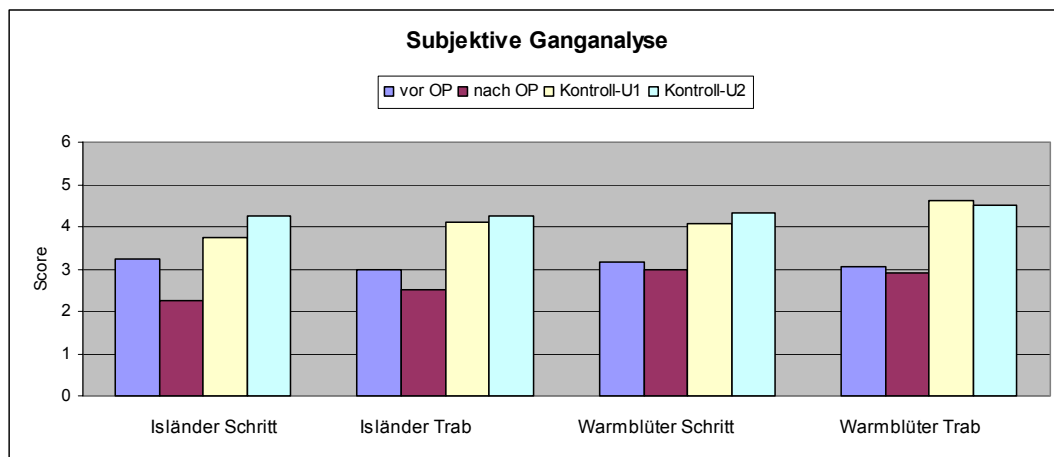


Abb. 31: Die Grafik zeigt die Mittelwerte der subjektiven Gangbeurteilung von *Isländern* ($n = 8$) und *Warmblütern* ($n = 13$) im Schritt und im Trab. Bei der Kontroll-U2 ist bei den *Warmblütern* $n = 6$, da nicht mehr alle Pferde nach der Kastration bei der letzten Gangbeurteilung zur Verfügung standen.

Schlussfolgerung:

Nach der Kastration war bei den *Isländern* eine deutliche Verschlechterung der Bewegung zu erkennen. Nach der vollständigen Abheilung (Kontroll-U1) gingen die Pferde dann wieder besser. Auch bei der letzten Begutachtung nach einem Jahr (Kontroll-U2) gingen die Pferde auf einem Niveau, das über den Ausgangswerten liegt. Das heißt, die Pferde wurden besser beurteilt als vor der Kastration.

Bei den *Warmblütern* war die Verschlechterung der Bewegung direkt nach der Kastration nicht so gravierend wie bei den *Isländern*. Die nachfolgenden Beurteilungen (Kontroll-U1 und Kontroll-U2) zeigten dann wieder eine deutliche Verbesserung der Bewegung. Diese Gruppe wurde nach vollständiger Wundheilung ebenfalls besser bewertet als vor der Kastration.

4.6 Auswertung der objektiven Gangbeurteilung mit CKG

4.6.1 Aufsetzen

Für jedes Pferd wurden die Bewegungsparameter Aufsetzen mit dem CKG-System an beiden Hintergliedmaßen (HL und HR) erfasst. Aus diesen Werten wurden die Mittelwerte (MW) mit den entsprechenden Standardabweichungen (σ) berechnet. Um die drei Zeitpunkte *vor OP* – *nach OP* und *Kontroll-U1* direkt vergleichen zu können, wurden die Werte für jedes Pferd und jede Gliedmaße grafisch dargestellt.

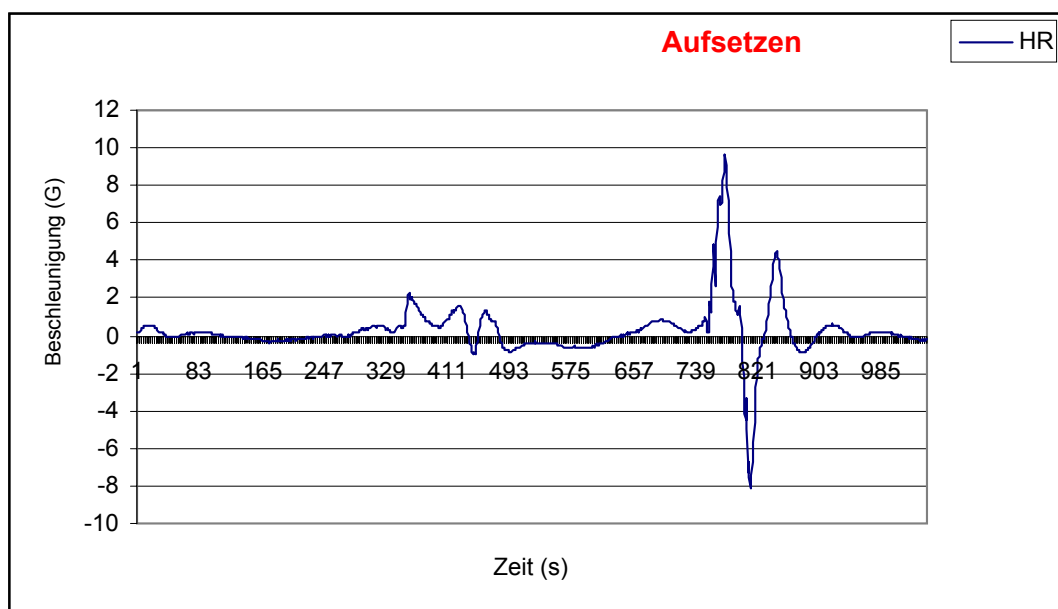


Abb. 32: Die Grafik zeigt zur Erklärung eine Fußung HR im Schritt (Pferd 6) mit dem Bewegungsparameter Aufsetzen als Hauptmaximum nach dem Tal Vorschwingen.

4.6.1.1 Aufsetzen Isländer

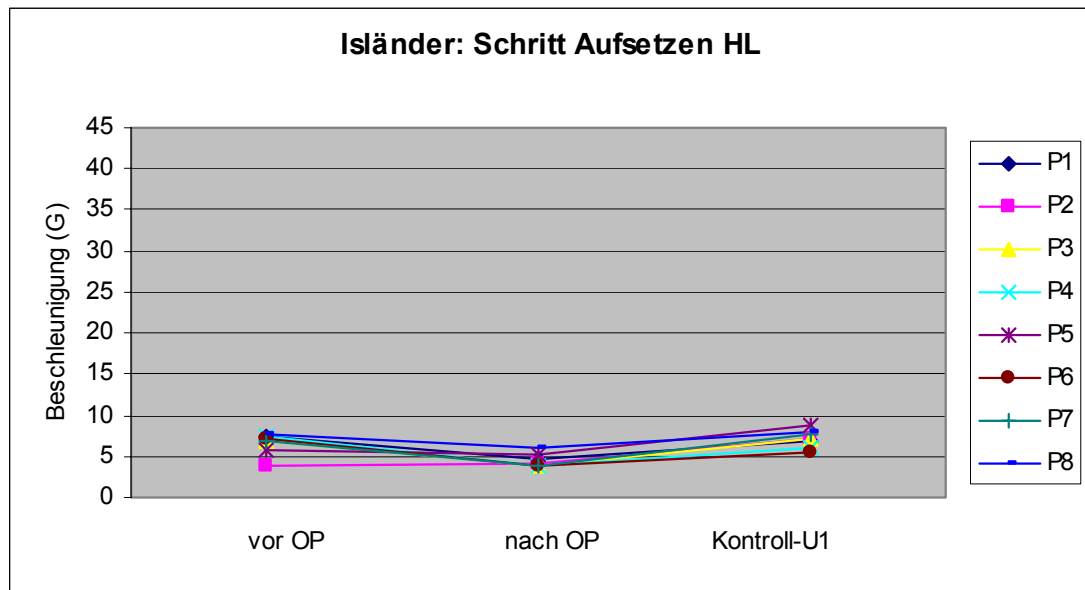


Abb. 33: Isländer: Darstellung Aufsetzen der linken Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 8$).

Tab. 22: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Schritt HL ($n = 8$).

Schritt HL	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	6,580	4,393	7,127
σ	1,288	0,839	1,092

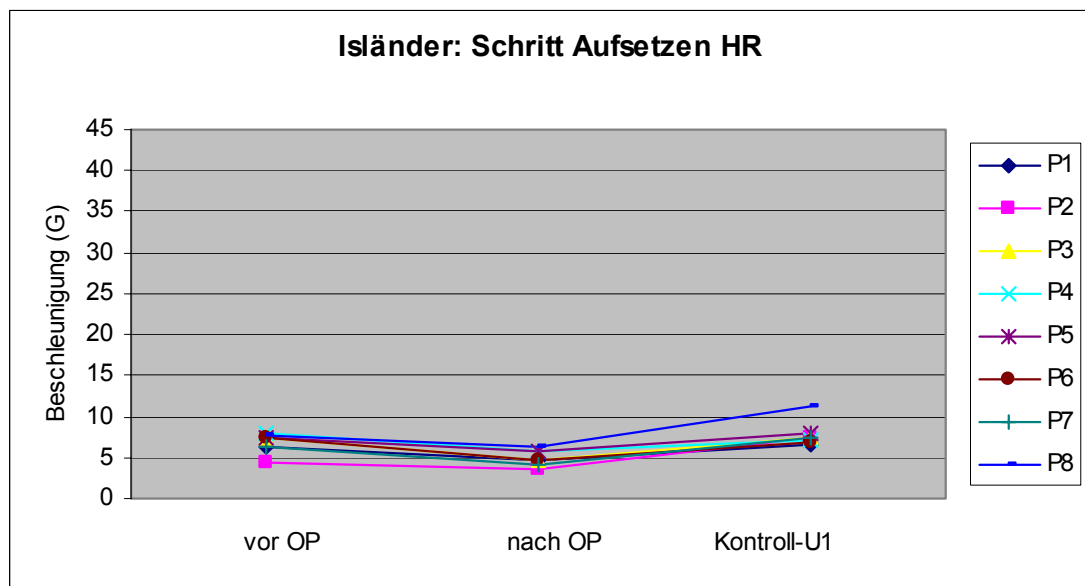


Abb. 34: Isländer: Darstellung Aufsetzen der rechten Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 8$).

Tab. 23: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Schritt HR ($n = 8$).

Schritt HR	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	6,878	4,971	7,703
σ	1,153	0,940	1,501

Der Vergleich der Grafiken in Abbildung 33 und 34 zeigt nach der Kastration ein deutliches Zurückgehen der Aufsetzstärke. Anschließend nimmt die Aufsetzstärke wieder zu und übersteigt das Ausgangsniveau *vor* der *OP*. Pferd 8 setzt mit der rechten Hintergliedmaße bei der *Kontroll-U1* auffallend stark auf. Auch Pferd 4 setzt bei der Messung *nach OP* deutlich stärker HR auf als HL. Die Aufsetzwerte der linken und rechten Hintergliedmaßen haben mit $r = 0,823$ eine hohe Korrelation.

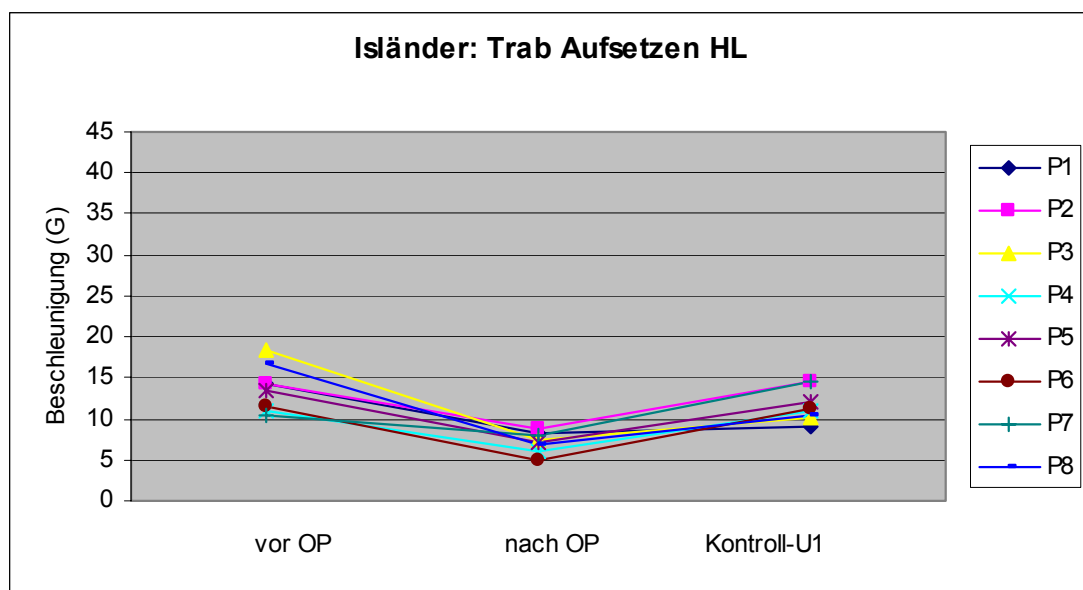


Abb. 35: Isländer: Darstellung Aufsetzen der linken Hintergliedmaßen im Trab ($n = 8$).

Tab.24: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Trab HL ($n = 8$).

Trab HL	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	13,753	7,187	11,690
σ	2,793	1,261	2,030

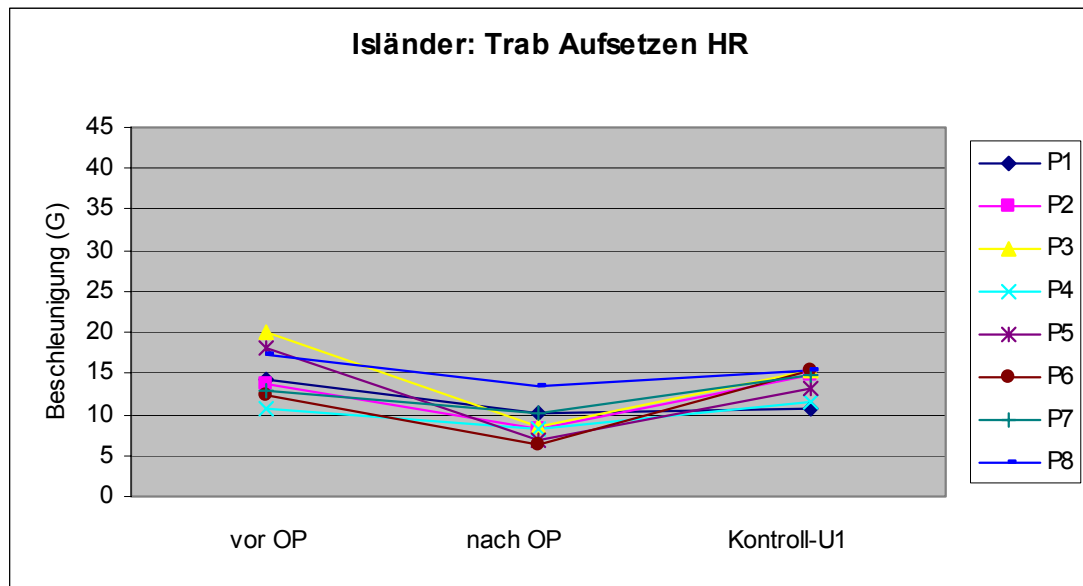


Abb. 36: Isländer: Darstellung Aufsetzen der rechten Hintergliedmaßen im Trab ($n = 8$).

Tab. 25: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Trab HR ($n = 8$).

Trab HR	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	14,913	8,966	13,896
σ	3,183	2,352	1,897

Im Trab (Abb. 35 und 36) ist bei der Messung *nach* der OP an beiden Hintergliedmaßen der Isländer eine deutliche Verminderung der Aufsetzstärke zu erkennen. Bei der Messung *Kontroll-U1* nach abgeschlossener Wundheilung setzten die Pferde wieder verstärkt auf und erreichten beinahe das Niveau wie vor der Kastration. Pferd 8 setzte *nach* der OP mit der rechten Hintergliedmaße doppelt so stark auf als mit der linken Hintergliedmaße. Auch bei der *Kontroll-U1* war ein deutlich stärkeres Aufsetzen HR zu verzeichnen. Pferd 3 setzte bei der *Kontroll-U1* HR vermehrt auf. Die Korrelation der Aufsetzstärke von linker und rechter Hintergliedmaße ist mit $r = 0,842$ hoch.

4.6.1.2 Aufsetzen Warmblüter

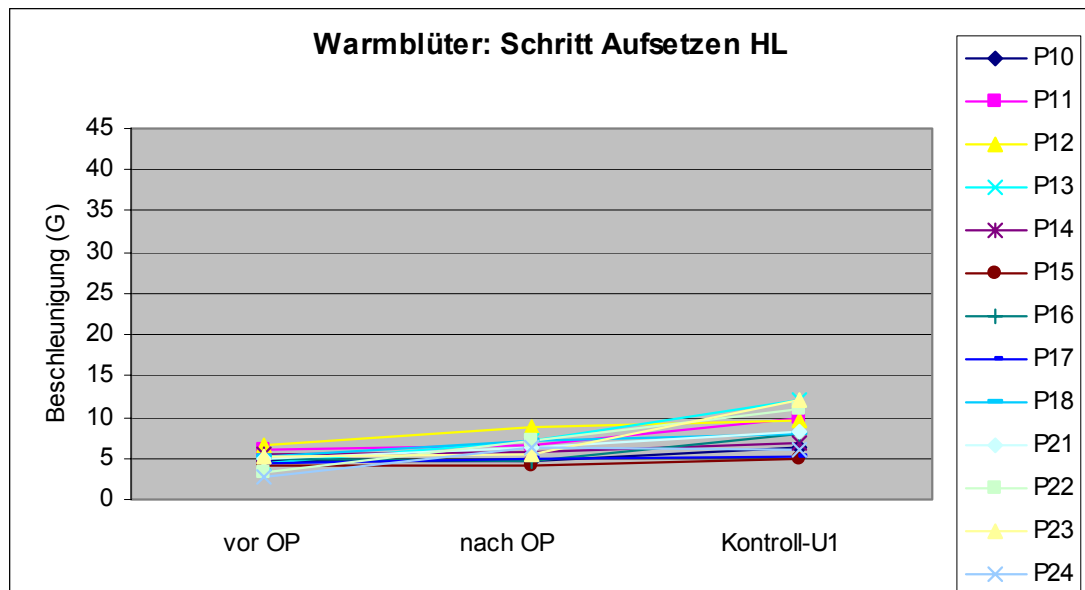


Abb. 37: Warmblüter: Darstellung Aufsetzen der linken Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 13$).

Tab. 26: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Schritt HL ($n = 13$).

Schritt HL	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	4,745	6,071	8,344
σ	1,027	1,350	2,418

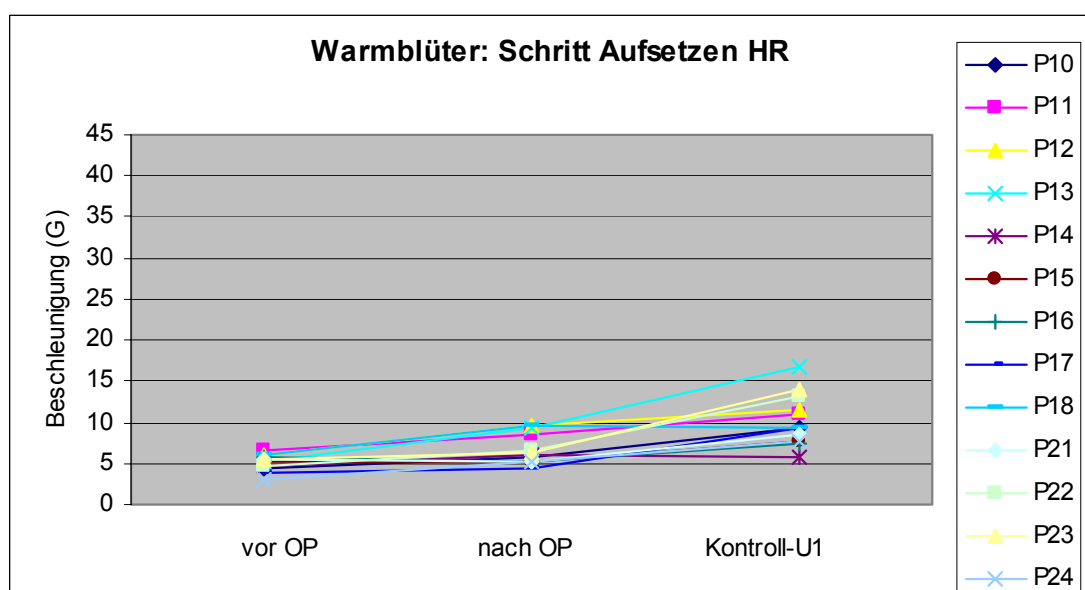


Abb. 38: Warmblüter: Darstellung Aufsetzen der rechten Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 13$).

Tab. 27: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Schritt HR ($n = 13$).

Schritt HR	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	5,099	6,657	10,083
σ	1,005	1,905	3,062

Bei der Betrachtung der Kurven in den Abbildungen 37 und 38 ist zu erkennen, dass bei den *Warmblütern* unmittelbar nach der Kastration die Mittelwerte im Schritt höher sind als *vor* der Kastration. Bei *Kontroll-U1* wurde nochmals ein Anstieg der Mittelwerte registriert. Dieser Anstieg könnte damit zusammenhängen, dass die Pferde nach der Kastration kontrolliert bewegt wurden. Mit einem $r = 0,901$ korrelieren linke und rechte Hintergliedmaße hoch.

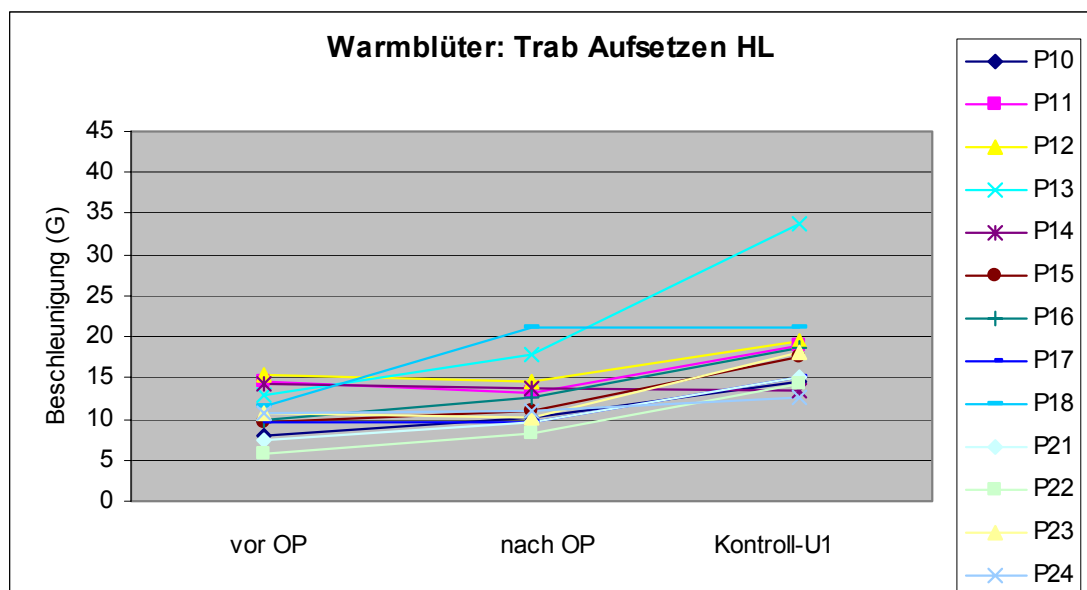


Abb. 39: Warmblüter: Darstellung Aufsetzen der linken Hintergliedmaßen im Trab ($n = 13$).

Tab. 28: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Trab HL ($n = 13$).

Trab HL	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	10,817	12,864	18,355
σ	2,904	3,637	5,459

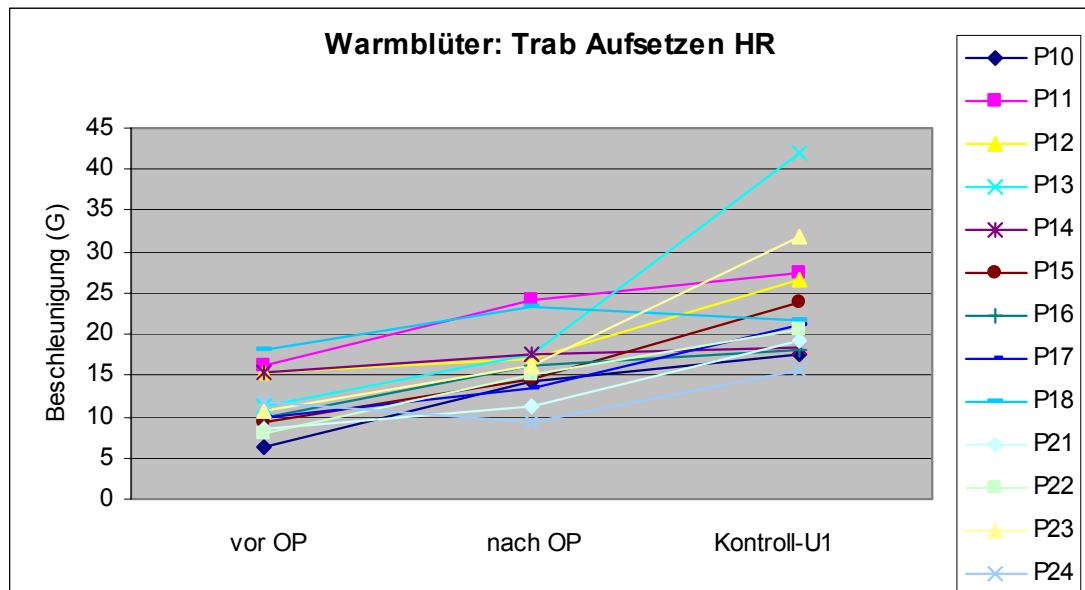


Abb. 40: Warmblüter: Darstellung Aufsetzen der rechten Hintergliedmaßen im Trab ($n = 13$).

Tab. 29: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen im Trab HR ($n = 13$).

Trab HR	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	11,612	16,168	23,384
σ	3,581	4,154	7,188

Im Trab (Abb. 39 und 40) ist bei den *Warmblütern* ebenfalls, wie im Schritt, eine Erhöhung der Aufsetzstärke direkt *nach OP* zu erkennen. Bei der *Kontroll-U1* steigen die Mittelwerte nochmals an. Auch dies könnte mit einem gewissen Trainingseffekt durch kontrolliertes Bewegen zu tun haben. Die Kuren verlaufen bei Pferd 18 nicht wie bei den anderen Pferden. Hier kommt es bei *Kontroll-U1* zu keinem weiteren Anstieg. Im Gegenteil, es sinkt der Mittelwert der Aufsetzstärke HR. Pferd 13 fällt bei der Messung *Kontroll-U1* aus der Reihe. Die Aufsetzstärke steigt HL um 83 % und HR um 78 % über den Gesamtmittelwert. Die Korrelation der beiden Hintergliedmaßen ist mit $r = 0,883$ hoch.

4.6.1.3 Aufsetzen Isländer und Warmblüter

Um die beiden Gruppen *Isländer* und *Warmblüter* vergleichen zu können wurden die Mittelwerte (MW) der linken und rechten Hintergliedmaßen mit Standardabweichungen (σ) für Schritt und Trab berechnet (Tab. 30 und 31) und grafisch dargestellt (Abb. 41 und 42).

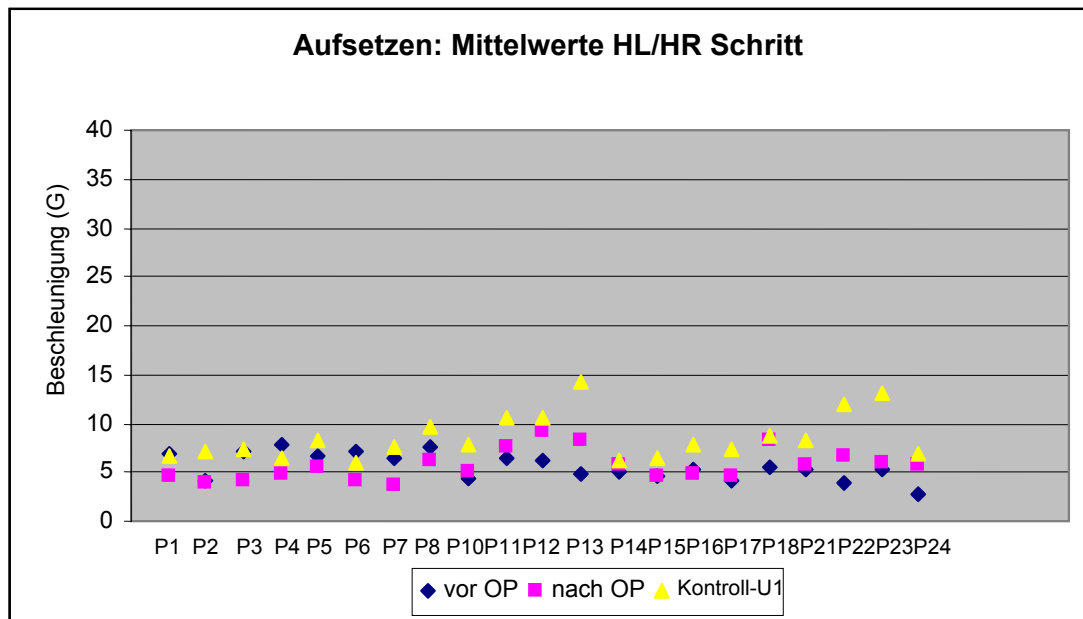


Abb. 41: Mittelwerte beider Hintergliedmaßen im Schritt von Isländern und Warmblütern. P1 bis P24 auf der x-Achse von links nach rechts ($n = 21$).

Tab. 30: Isländer und Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen beider Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 21$).

Schritt	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	5,610	5,710	8,529
σ	1,346	1,551	2,324

Bei den *Isländern* (P1 bis P 8) ist deutlich zu erkennen, wie sich die Aufsetzstärke im Schritt direkt *nach OP* verschlechtert und bei der *Kontroll-U1* dann wieder auf das Ausgangsniveau *vor OP* zurückkommt (Abb. 41). Im Schritt steigt die Aufsetzstärke bei den *Warmblütern* (P10 bis P24) direkt *nach OP* leicht an. Bei der *Kontroll-U1* ist ein weiterer Anstieg zu erkennen. Die Mittelwerte liegen bei den Pferden P1, P14 und P15 sehr eng zusammen. Das bedeutet, dass sich die Aufsetzstärken in den verschiedenen Zeitphasen nur wenig verändert haben (Abb. 41).

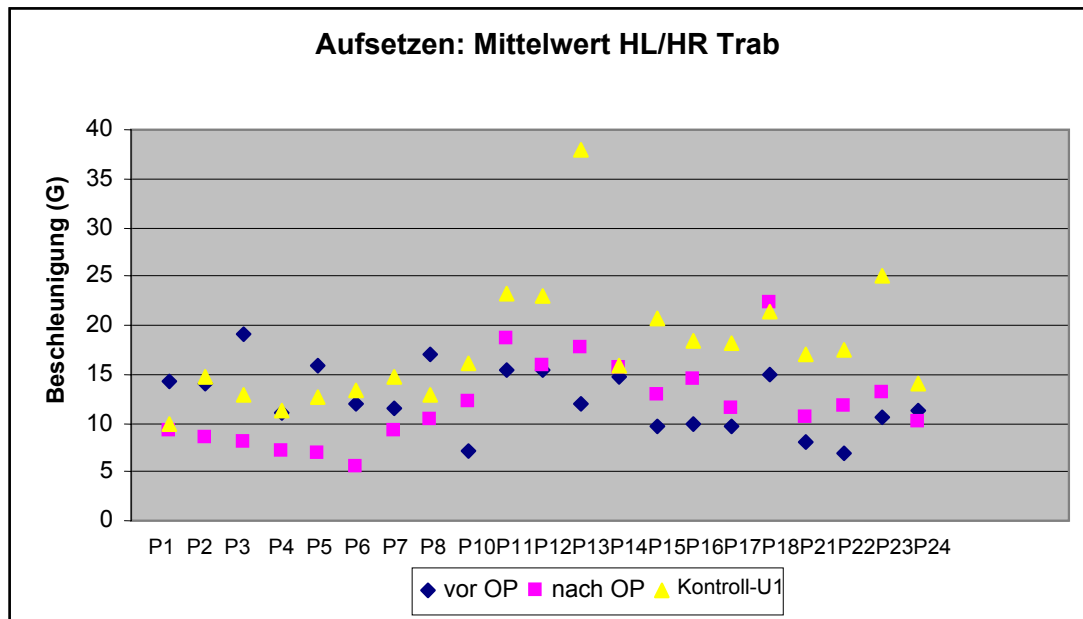


Abb. 42: Mittelwerte beider Hintergliedmaßen im Trab von Isländern und Warmblütern. P1 bis P24 auf der x-Achse von links nach rechts (n = 21).

Tab. 31: Isländer und Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Aufsetzen beider Hintergliedmaßen im Trab (n = 21).

Trab	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	12,395	11,953	17,654
σ	3,326	4,353	6,222

Auch im Trab ist bei den *Isländern* (P1 bis P8) eine deutliche Verminderung der Aufsetzstärke *nach OP* erkennbar. Bei der *Kontroll-U1* erreichen alle Pferde, außer Pferd 1, die Aufsetzstärke wie vor der Kastration. Die Aufsetzstärke ist bei Pferd 1 *nach OP* mit einem MW von 9,285 und bei *Kontroll-U1* mit einem MW von 9,805 fast gleich (Abb. 42).

Im Gegensatz dazu ist bei den *Warmblütern* (P10 bis P24) bei der ersten Messung *nach OP* eine leichte Erhöhung der Aufsetzstärke festzustellen. Die Aufsetzstärke erhöht sich dann noch einmal bei der *Kontroll-U1*. Die Aufsetzwerte liegen bei Pferd 14 in allen drei Zeitabschnitten (vor OP – nach OP – Kontroll-U1) eng zusammen. Bei Pferd 18 steigt die Auftrittstärke *nach* der *OP* am stärksten (Abb. 42). Die Standardabweichungen (σ) zeigen eine breite Streuung der Mittelwerte (MW).

4.6.2 Symmetrie Aufsetzen

Die Bewegungsparameter *Symmetrie Aufsetzen* wurden durch Subtraktion der Mittelwerte HR – HL berechnet. Je kleiner die Differenz ist, um so symmetrischer gehen die Pferde.

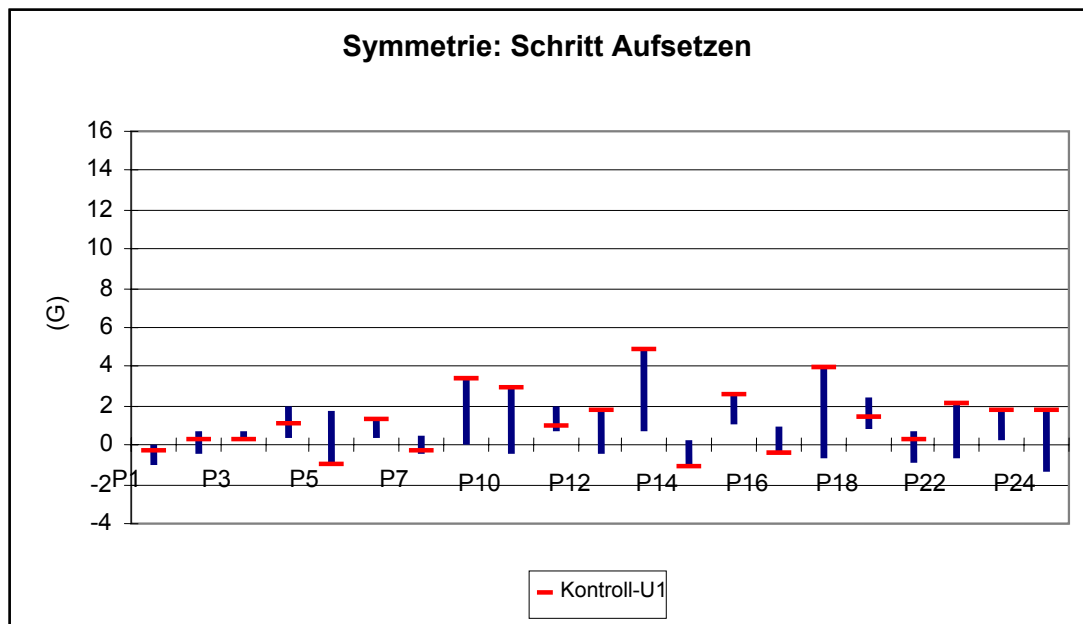


Abb. 43: Isländer und Warmblüter: Vergleich Aufsetzen linke und rechte Gliedmaße im **Schritt**. Je kleiner der Abstand des roten Querbalkens (Kontroll-U1) zur Nulllinie ist, um so symmetrischer geht das Pferd (n = 21).

Tab. 32: Isländer Aufsetzen im Schritt: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL (n = 8).

Schritt	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	0,298	0,577	0,576
σ	0,819	0,714	1,346

Tab.33 Warmblüter Aufsetzen im Schritt: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL (n = 13).

Schritt	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	0,353	0,586	1,739
σ	0,737	1,195	1,651

Die Pferde P1, P2, P3, P7 und P21 setzen bei der Gangbeurteilung *Kontroll-U1* im Schritt die linke und rechte Hintergliedmaße sehr symmetrisch auf; $HR - HL \leq 0,5$ (Abb. 43). Durch das negative Vorzeichen (roter Balken unterhalb Null-Linie) ist ersichtlich, dass die Pferde P1, P5, P7, P14 und P16 die linke Hintergliedmaße im Schritt stärker aufsetzen als die rechte (Abb. 43).

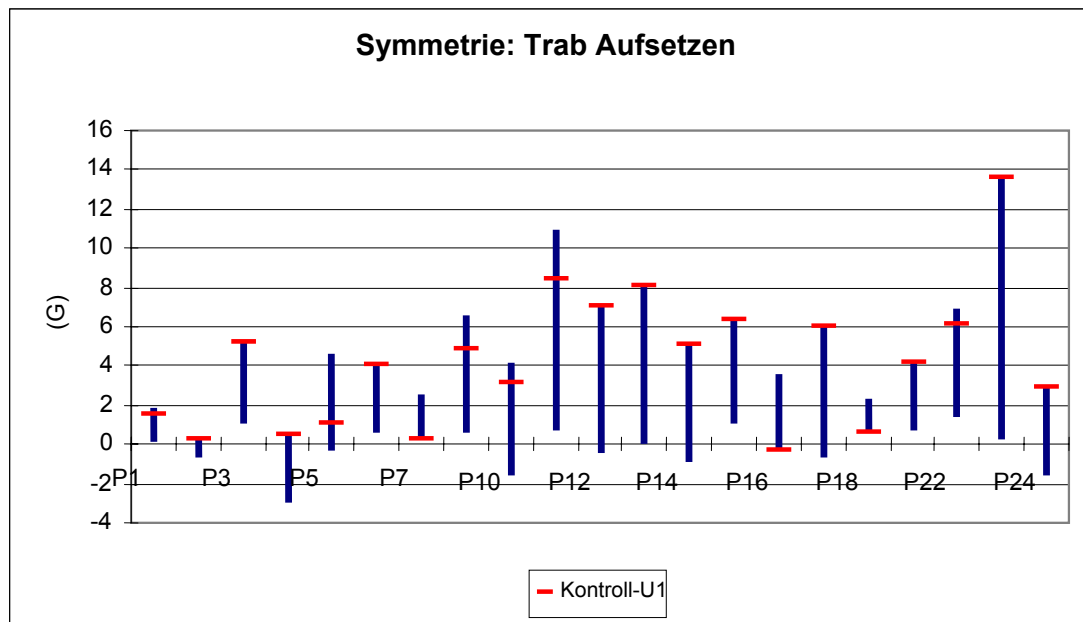


Abb. 44: Isländer und Warmblüter: Vergleich Aufsetzen linke und rechte Gliedmaße im *Trab*. Je kleiner der Abstand des roten Querbalkens (*Kontroll-U1*) zur Nulllinie ist, um so symmetrischer geht das Pferd ($n = 21$).

Tab. 34: Isländer Aufsetzen im *Trab*: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen $HR - HL$ ($n = 8$).

Trab	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	1,160	1,140	2,211
σ	1,672	2,770	2,131

Tab. 35: Warmblüter Aufsetzen im *Trab*: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen $HR - HL$ ($n = 13$).

Trab	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	0,263	3,670	5,477
σ	0,890	3,127	3,607

Im *Trab* setzen die Pferde P2, P4, P7 und P16 bei der Gangbeurteilung *Kontroll-U1* die linke und rechte Hintergliedmaße sehr symmetrisch auf;

$HR - HL \leq 0,5$ (Abb. 44). Durch das negative Vorzeichen (roter Balken unterhalb Null-Linie) ist ersichtlich, dass nur das Pferd P16 die linke Hintergliedmaße im Trab stärker aufsetzt als die rechte (Abb.44). Die breite Streuung der Mittelwerte (MW) im Trab kommt bei beiden Gruppen (Isländer und Warmblüter) durch eine hohe Standardabweichung (σ) zum Ausdruck (Tab. 34 und 35).

4.6.3 Vorschwingen

Für jedes Pferd wurden die Bewegungsparameter Vorschwingen (HL und HR) mit dem CKG-System erfasst. Aus diesen Werten wurden dann die Mittelwerte (MW) mit den entsprechenden Standardabweichungen (σ) berechnet. Um die drei Zeitpunkte *vor OP – nach OP* und *Kontroll-U1* direkt vergleichen zu können, wurden die Werte für jedes Pferd und jede Gliedmaße grafisch dargestellt. Beim Vorschwingen ändert sich die Messrichtung im Gegensatz zum Aufsetzen. Deshalb hat der Vorschwingwert ein negatives Vorzeichen.

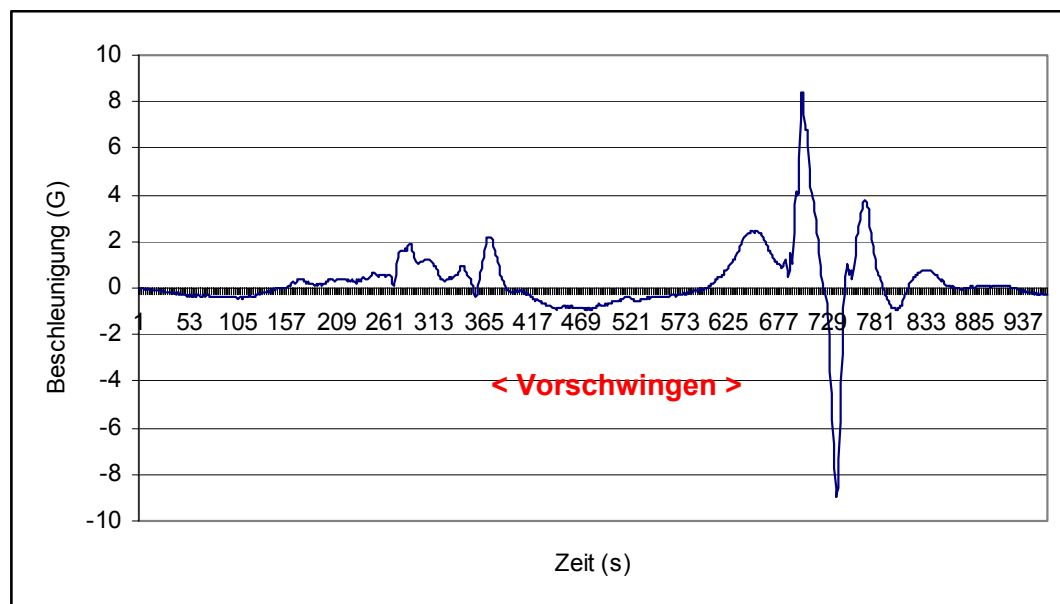


Abb. 45: Die Grafik zeigt zur Erklärung eine Fußung HL im Schritt (Pferd 6) mit dem Bewegungsparameter Vorschwingen als Tal zwischen dem Abheben und Aufsetzen. Das Vorzeichen des Hauptmaximums Vorschwingen ist negativ, weil es in der Richtung dem Hauptmaximum Aufsetzen und Abheben entgegengesetzt ist.

4.6.3.1 Vorschwingen Isländer

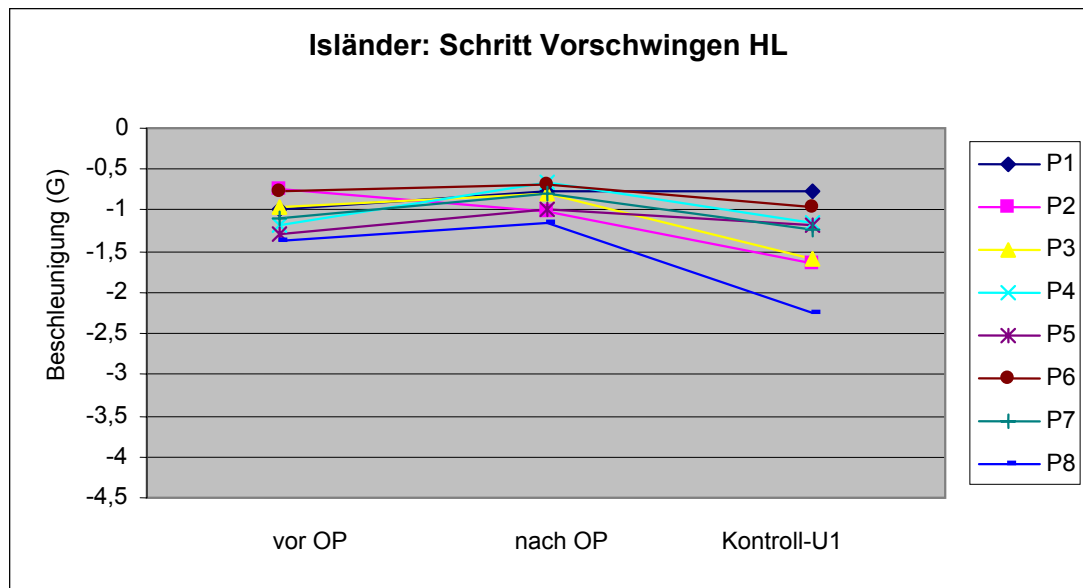


Abb. 46: Isländer: Vorschwingen der linken Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 8$).

Tab. 36: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Schritt HL ($n = 8$).

Schritt HL	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-1,053	-0,862	-1,346
σ	0,229	0,175	0,462

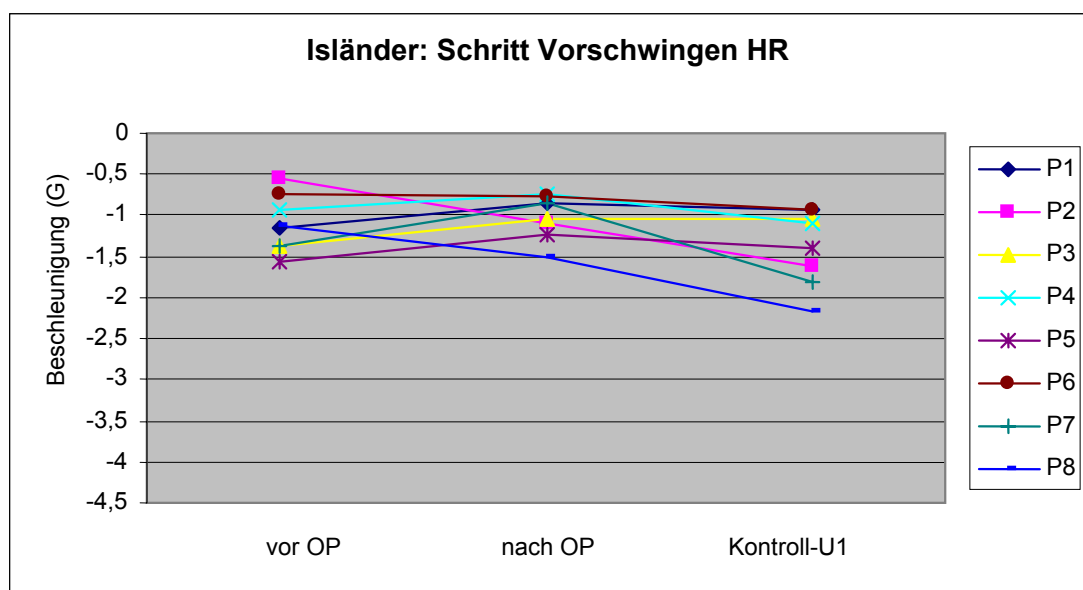


Abb. 47: Isländer: Vorschwingen der rechten Hintergliedmaßen im Schritt ($n = 8$).

Tab. 37: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Schritt HR ($n = 8$).

Schritt HR	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	-1,103	-1,008	-1,371
σ	0,339	0,262	0,458

Der Vergleich der Grafiken in den Abbildungen 46 und 47 zeigt *nach OP* ein leichtes Zurückgehen der Vorschwingstärke im Schritt. Anschließend nimmt die Vorschwingstärke wieder zu und übersteigt das Ausgangsniveau *vor* der *OP*. Bei Pferd 2 verbesserte sich die Vorschwingstärke in jedem Zeitabschnitt deutlich. Pferd 8 schwingt beide Hintergliedmaßen bei der *Kontroll-U1* am stärksten nach vorne. Die Korrelation der linken und rechten Gliedmaßen ist mit $r = 0,799$ hoch.

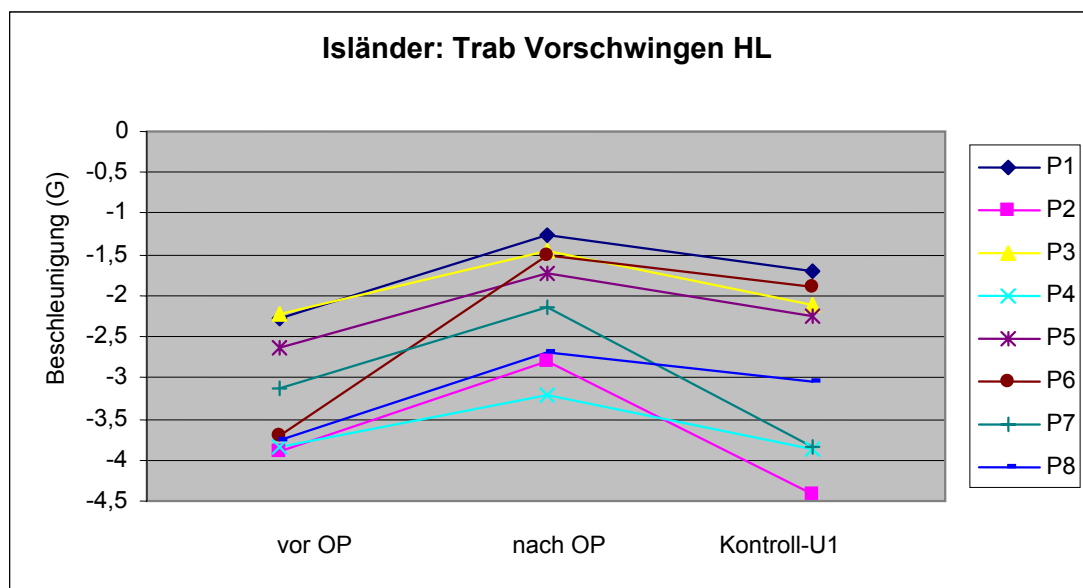


Abb. 48: Isländer: Vorschwingen der linken Hintergliedmaßen im Trab ($n = 8$).

Tab. 38: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Trab HL ($n = 8$).

Trab HL	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	-3,183	-2,101	-2,890
σ	0,718	0,728	1,042

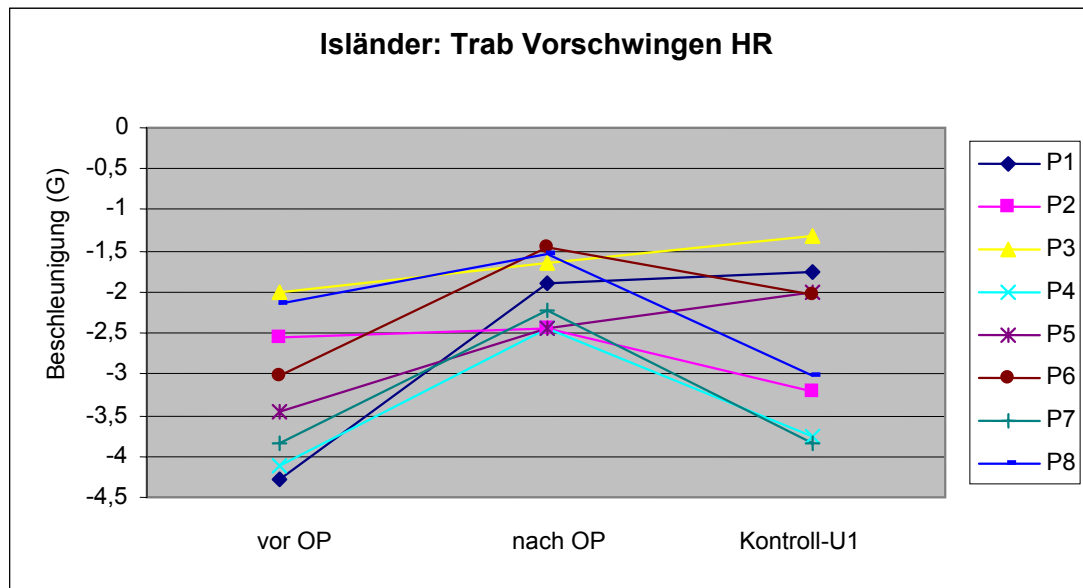


Abb. 49: Isländer: Vorschwingen der rechten Hintergliedmaßen im Trab ($n = 8$).

Tab. 39: Isländer: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Trab HR ($n = 8$).

Trab HR	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-3,171	-2,010	-2,616
σ	0,884	0,422	0,960

Im Trab (Abb. 48 und 49) ist bei der Messung *nach OP* an beiden Hintergliedmaßen eine deutliche Verminderung der Vorschwingstärke zu erkennen. Bei der Messung *Kontroll-U1* schwingen die Pferde wieder stärker nach vorne und erreichen beinahe das Niveau wie vor der Kastration. Pferd 1 schwingt *vor OP* die rechte Gliedmaße am stärksten vor, erreicht dann aber bei *Kontroll-U1* nicht das Niveau der Messung direkt *nach OP*. Bei Pferd 3 wird die Vorschwingstärke HR in jedem Zeitabschnitt kleiner. Die Korrelation der Hintergliedmaßen ist mit $r = 0,612$ mittelhoch.

4.6.3.2 Vorschwingen Warmblüter

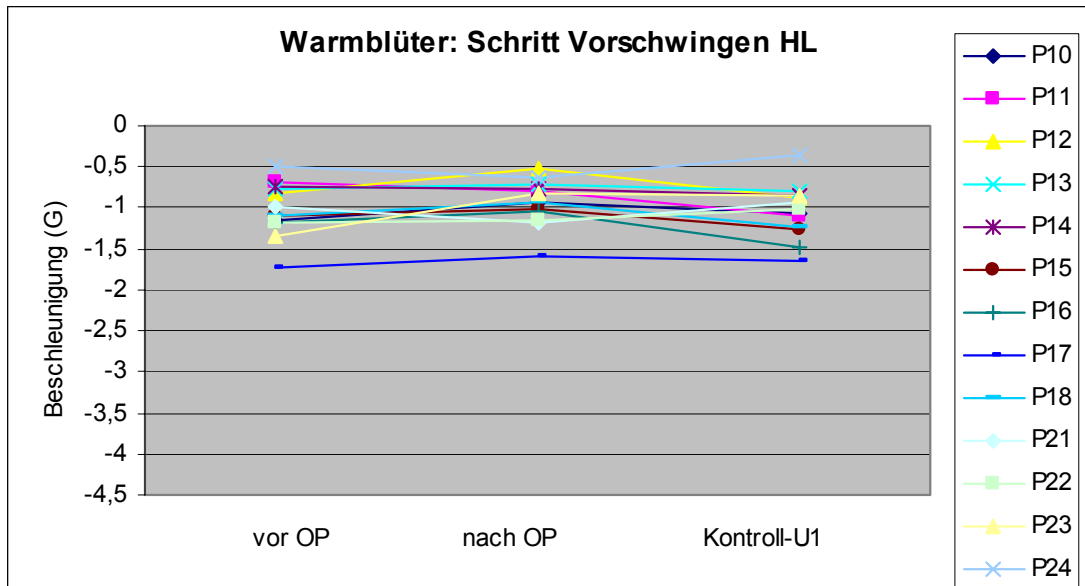


Abb. 50: Warmblüter: Vorschwingen der linken Hintergliedmaßen im Schritt (n = 13).

Tab. 40: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Schritt HL (n = 13).

Schritt HL	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-1,024	-0,929	-1,036
σ	0,324	0,281	0,329

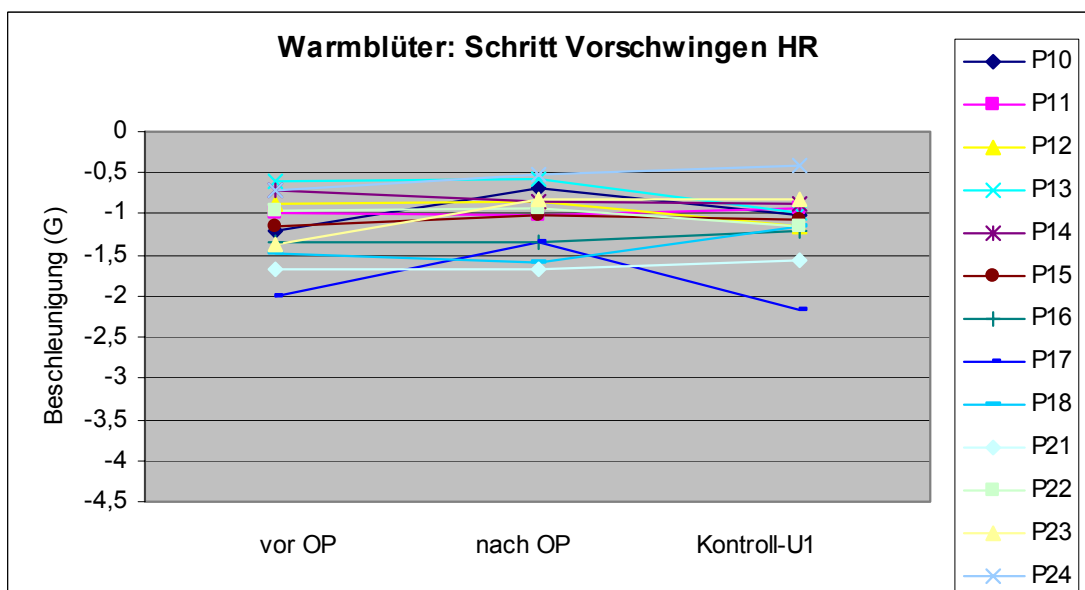


Abb. 51: Warmblüter: Vorschwingen der rechten Hintergliedmaßen im Schritt (n = 13).

Tab. 41: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Schritt HR ($n = 13$).

Schritt HR	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-1,161	-1,018	-1,114
σ	0,411	0,366	0,409

Die Mittelwerte (MW) für das Vorschwingen im Schritt (Abb. 50 und 51) liegen bei den Warmblütern enger zusammen als bei den Isländern (Abb. 46 und 47). Ein Rückgang der Vorschwingstärke ist *nach OP* zu erkennen. Bei der Messung *Kontroll-U1* werden ähnliche Werte wie bei der Messung *vor OP* erreicht. Pferd 17 schwingt beide Hintergliedmaßen am stärksten vor. Pferd 24 hat die kleinsten Vorschwingwerte an allen Messtagen und die Vorschwingstärke nimmt mit jeder Messung ab. Linke und rechte Hintergliedmaßen korrelieren mit $r = 0,741$ mittelhoch.

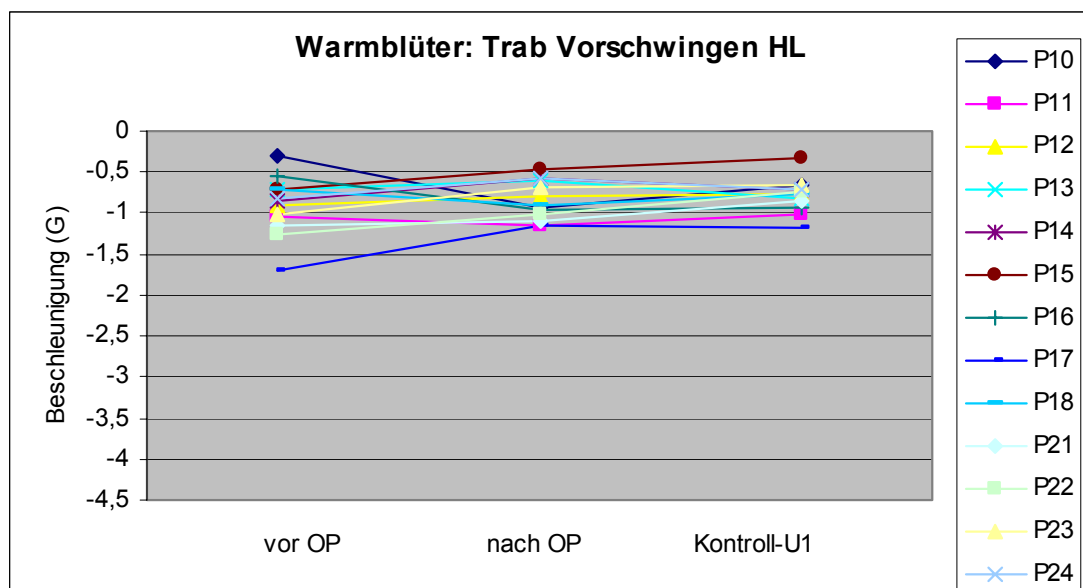


Abb. 52: Warmblüter: Vorschwingen der linken Hintergliedmaßen im Trab ($n = 13$).

Tab. 42: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Trab HL ($n = 13$).

Trab HL	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-0,903	-0,839	-0,778
σ	0,347	0,235	0,203

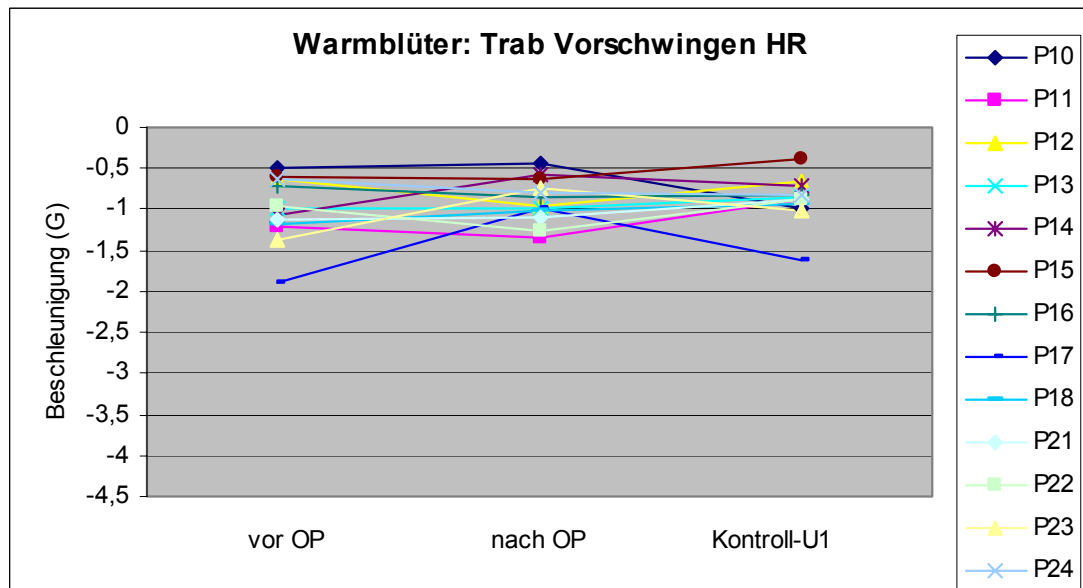


Abb. 53: Warmblüter: Vorschwingen der rechten Hintergliedmaßen im Trab ($n = 13$).

Tab. 43: Warmblüter: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) Vorschwingen im Trab HR ($n = 13$).

Trab HR	<i>vor OP</i>	<i>nach OP</i>	<i>Kontroll-U1</i>
MW	-0,990	-0,900	-0,876
σ	0,386	0,260	0,272

Im Trab (Abb. 52 und 53) ist bei den Warmblütern die Vorschwingstärke *vor OP* am größten. Direkt *nach OP* sinkt der Mittelwert (MW) geringfügig ab. Bei der *Kontroll-U1* ist eine weitere Verringerung der Vorschwingstärke zu erkennen. Die Ergebnisse im Trab unterscheiden sich von den Messwerten im Schritt dadurch, dass es beim Schritt direkt *nach OP* zu einem Absinken kam und dann wieder zu einem Anstieg der Vorschwingstärke. Pferd 17 schwingt auch im Trab beide Hintergliedmaßen am stärksten vor. Eine mittlere Korrelation der linken und rechten Hintergliedmaßen ist mit $r = 0,736$ erkennbar.

4.6.7 Symmetrie Vorschwingen

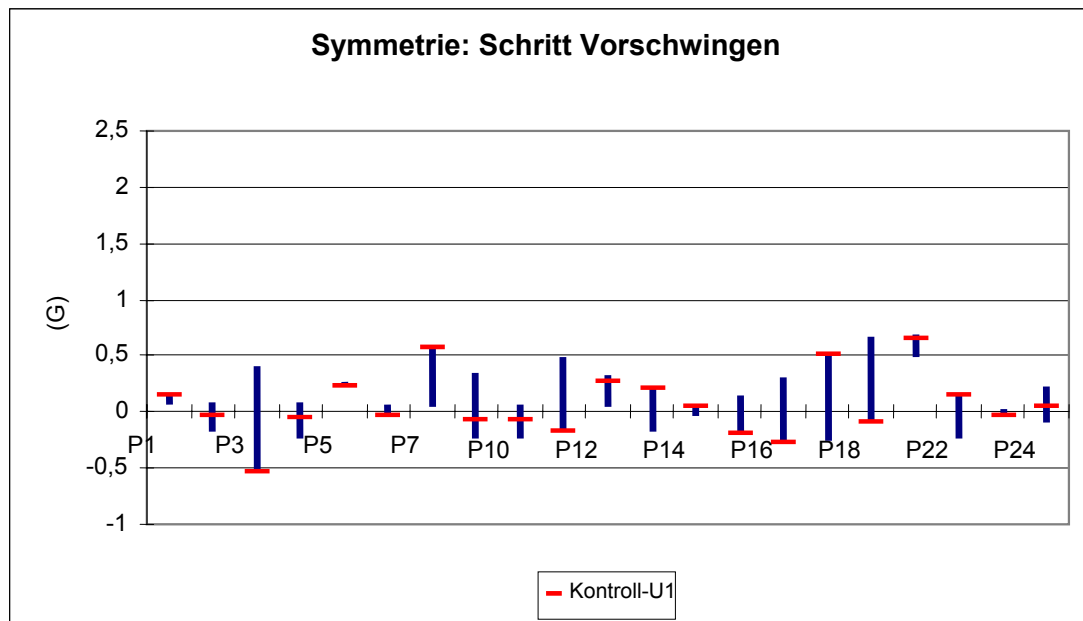


Abb. 54: Isländer und Warmblüter: Vergleich Vorschwingen rechte und linke Gliedmaße im **Schritt**. Je näher die rote Markierung (Kontroll-U1) an der Null-Linie ist, umso kleiner ist die Differenz zwischen rechter und linker Gliedmaße und umso symmetrischer geht das Pferd ($n = 21$).

Tab. 44: Isländer Vorschwingen im Schritt: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL ($n = 8$).

Schritt	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	0,057	0,146	0,025
σ	0,252	0,108	0,311

Tab. 45: Warmblüter Vorschwingen im Schritt: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL ($n = 13$).

Schritt	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	0,136	0,120	0,077
σ	0,243	0,305	0,271

Die Pferde P2, P4, P6, P14, P18, P23 und P24 schwingen bei der objektiven Gangbeurteilung *Kontroll-U1* im Schritt die linke und rechte Hintergliedmaße sehr symmetrisch vor; $HR - HL \leq 0,05$ (Abb. 54).

Durch das negative Vorzeichen (roter Balken unterhalb Null-Linie) ist ersichtlich, dass die Pferde P2, P3, P4, P6, P8, P10, P11, P15, P16, P18 und P23 die linke Hintergliedmaße im Schritt stärker vorschwingen als die rechte (Abb. 54).

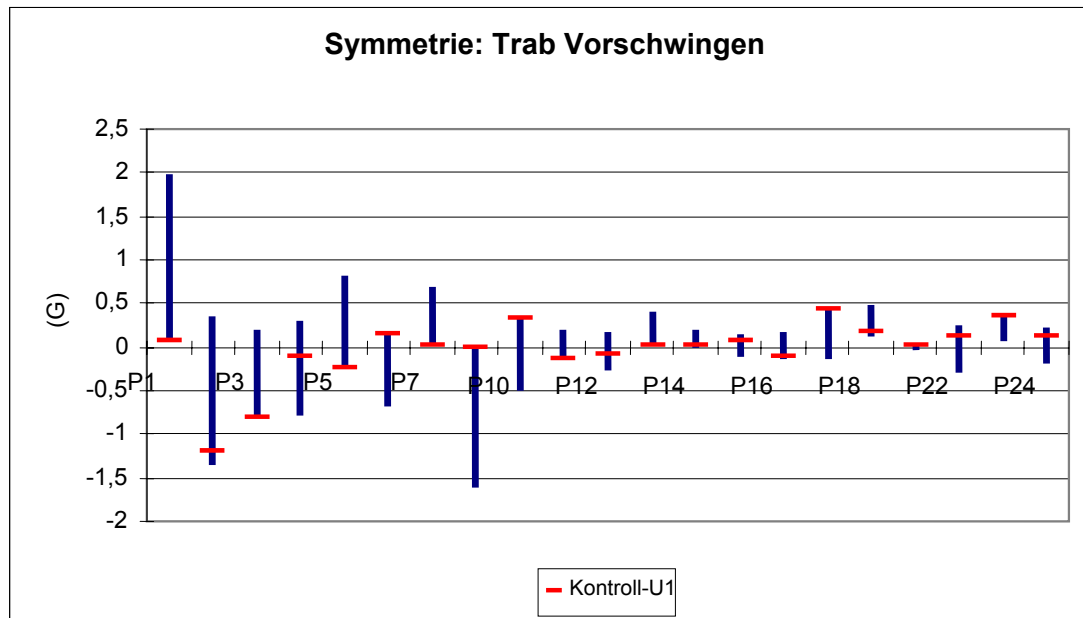


Abb. 55: Isländer und Warmblüter: Vergleich Vorschwingen linke und rechte Gliedmaße im **Trab**. Je näher die rote Markierung (Kontroll-U1) an der Null-Linie ist, umso kleiner ist die Differenz zwischen rechter und linker Gliedmaße und umso symmetrischer geht das Pferd ($n = 21$).

Tab. 46: Isländer Vorschwingen im Trab: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL ($n = 8$).

Trab	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	-0,012	-0,001	-0,271
σ	1,206	0,649	0,479

Tab. 47: Warmblüter Vorschwingen im Trab: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (σ) der Differenzen HR - HL ($n = 13$).

Trab	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
MW	0,087	0,061	0,984
σ	0,243	0,224	0,177

Im Trab schwingen die Pferde P7, P8, P13, P14 und P21 bei der Gangbeurteilung *Kontroll-U1* die linke und rechte Hintergliedmaße sehr symmetrisch vor; $HR - HL \leq 0,05$ (Abb. 55).

Durch das negative Vorzeichen (roter Balken unterhalb Null-Linie) ist ersichtlich, dass die Pferde P2, P3, P4, P5, P8, P11, P12 und P16 die linke Hintergliedmaße im Trab stärker vorschwingen als die rechte (Abb. 55). Die breite Streuung der Mittelwerte (MW) im Trab kommt bei beiden Gruppen (Isländer und Warmblüter) durch die hohe Standardabweichung (σ) zum Ausdruck (Tab. 46 und 47).

4.6.8 Endauswertung objektive Gangbeurteilung

Mit der CKG-Messung wurden die Bewegungsparameter *Aufsetzen* und *Vorschwingen* erfasst und ausgewertet. Aufgrund der Berechnung der Mittelwerte konnten die Parameter *Symmetrie Aufsetzen* und *Symmetrie Vorschwingen* ermittelt werden. Das Vorzeichen des maximalen Vorschwingwertes ist negativ, weil es dem maximalen Aufsetzwert entgegengesetzt verläuft. Bei der Berechnung der *Symmetriewerte* für *Aufsetzen* und *Vorschwingen* ergaben sich durch Subtraktion $HR - HL$ bei höheren Werten für HL ebenfalls Negativwerte. Ein direkter Vergleich der Mittelwerte für diese Parameter ist somit nicht möglich.

Um eine Gesamtbeurteilung vornehmen zu können, wurde deshalb für jedes Ergebnis der CKG-Messung und anschließender Mittelwertbildung eine zusätzliche Punkteverteilung vorgenommen. Diese Punkteskala beschreibt den Stellenwert innerhalb der Zeitphasen *vor OP* – *nach OP* – *Kontroll-U1*. Zur Abgrenzung der anderen Werte wurden die für die Punkteskala verwendeten Zahlen in Klammer gesetzt und wie folgt definiert: (3) Punkte für das beste Ergebnis, (2) Punkte für das mittlere Ergebnis und (1) Punkt für das schlechteste Ergebnis.

Tab. 48: Zusammenfassung der Mittelwerte (MW) Aufsetzen mit entsprechender Punkteverteilung (); $n = 21$.

Aufsetzen		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Isländer	Schritt HL	(2) 6,580	(1) 4,393	(3) 7,127
	Schritt HR	(2) 6,878	(1) 4,971	(3) 7,703
	Trab HL	(3) 13,753	(1) 7,187	(2) 11,690
	Trab HR	(3) 14,913	(1) 8,966	(2) 13,896
Warmblüter	Schritt HL	(1) 4,745	(2) 6,071	(3) 8,344
	Schritt HR	(1) 5,099	(2) 6,657	(3) 10,083
	Trab HL	(1) 10,817	(2) 12,864	(3) 18,355
	Trab HR	(1) 11,612	(2) 16,168	(3) 23,384
MW		9,299	8,409	12,572
σ		3,975	4,111	5,735
Σ ()		(14)	(12)	(22)

Die Summation der Punkte () für den Stellenwert in den drei Zeitphasen (vor OP - nach OP – Kontroll-U1) ergibt in der Spalte Kontroll-U1 (22) Punkte. Für die Zeitphase vor OP (14) Punkte und für die Zeitphase nach OP (12) Punkte. Das bedeutet, dass bei der dritten objektiven Gangbeurteilung (Kontroll-U1) die Aufsetzstärke der Pferde deutlich höher ist als vor der Kastration (Tab. 48).

Tab. 49: Zusammenfassung der Mittelwerte (MW) Vorschwingen mit entsprechender Punkteverteilung (); $n = 21$.

Vorschwingen		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Isländer	Schritt HL	(2) -1,053	(1) -0,862	(3) -1,346
	Schritt HR	(2) -1,103	(1) -1,008	(3) -1,371
	Trab HL	(3) -3,183	(1) -2,101	(2) -2,890
	Trab HR	(3) -3,171	(1) -2,010	(2) -2,616
Warmblüter	Schritt HL	(2) -1,024	(1) -0,929	(3) -1,036
	Schritt HR	(3) -1,164	(1) -1,018	(2) -1,114
	Trab HL	(3) -0,903	(2) -0,839	(1) -0,778
	Trab HR	(3) -0,990	(2) -0,900	(1) -0,876

MW		-1,573	-1,219	-1,503
σ		0,992	0,527	0,758
Σ ()		(21)	(10)	(17)

Die Summation der Punkte () für den Stellenwert in den drei Zeitphasen (*vor OP* - *nach OP* – *Kontroll-U1*) ergibt in der Spalte *vor OP* (21) Punkte. Für die Zeitphase *Kontroll-U1* (17) Punkte und für die Zeitphase *nach OP* (10) Punkte. Das bedeutet, dass bei der ersten objektiven Gangbeurteilung *vor OP* die Vorschwingstärke der Pferde am größten war. *Nach* der *OP* kommt es zu einer deutlichen Verminderung der Vorschwingstärke. Dann steigt die Vorschwingstärke bei *Kontroll-U1* wieder an (Tab. 49).

Tab. 50: Zusammenfassung der Mittelwerte Symmetrie Aufsetzen mit entsprechender Punkteverteilung (); $n = 21$.

Symmetrie Aufsetzen		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
<i>Isländer</i>	Schritt	(3) 0,298	(1) 0,577	(2) 0,576
<i>Warmblüter</i>	Schritt	(3) 0,353	(2) 0,586	(1) 1,739
<i>Isländer</i>	Trab	(2) 1,160	(3) 1,140	(1) 2,211
<i>Warmblüter</i>	Trab	(3) 0,263	(2) 3,670	(1) 5,477
MW		0,518	1,493	2,500
σ		0,429	1,474	2,099
Σ ()		(11)	(8)	(5)

Die Summation der Punkte () für den Stellenwert in den drei Zeitphasen (*vor OP* - *nach OP* – *Kontroll-U1*) ergibt in der Spalte *vor OP* (11) Punkte. Für die Zeitphase *nach OP* (8) Punkte und für die Zeitphase *Kontroll-U1* (5) Punkte. Das bedeutet, dass bei der ersten objektiven Gangbeurteilung *vor OP* die *Symmetrie Aufsetzen* der Pferde am größten war. *Nach* der *OP* nimmt die *Symmetrie Aufsetzen* ab. Bei der dritten Gangbeurteilung *Kontroll-U1* wird die geringste *Symmetrie Aufsetzen* festgestellt (Tab. 50).

Tab. 51: Zusammenfassung der Mittelwerte Symmetrie Vorschwingen mit entsprechender Punkteverteilung (); $n = 21$.

Symmetrie Vorschwingen		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
<i>Isländer</i>	Schritt	(2) 0,057	(1) 0,146	(3) 0,025
<i>Warmblüter</i>	Schritt	(1) 0,136	(2) 0,120	(3) 0,077
<i>Isländer</i>	Trab	(2) -0,012	(3) -0,001	(1) -0,271
<i>Warmblüter</i>	Trab	(2) 0,087	(3) 0,061	(1) 0,984
MW		0,067	0,081	0,203
σ		0,061	0,065	0,542
Σ ()		(7)	(9)	(8)

Die Summation der Punkte für den Stellenwert in den drei Zeitphasen (*vor OP* - *nach OP* – *Kontroll-U1*) ergibt in der Spalte *nach OP* (9) Punkte. Für die Zeitphase *Kontroll-U1* (8) Punkte und für die Zeitphase *vor OP* (7) Punkte. Das bedeutet, dass bei der zweiten objektiven Gangbeurteilung *nach OP* die *Symmetrie Vorschwingen* der Pferde am besten war. Bei *Kontroll-U1* nimmt die *Symmetrie Vorschwingen* leicht ab. Vor der *OP* war die *Symmetrie Vorschwingen* am schlechtesten (Tab. 51).

Durch Addition aller erzielten Punkte kann ein Vergleich der drei Zeitphasen *vor OP* – *nach OP* - *Kontroll-U1* vorgenommen werden:

Vor OP: (14) + (21) + (11) + (7) = **(53)**
 Nach OP: (12) + (10) + (8) + (9) = **(39)**
 Kontroll-U1: (22) + (17) + (5) + (8) = **(52)**

Betrachtet man die Gesamtpunktzahl der Werteskala, so ergibt die Addition der Punkte () *vor der OP* den höchsten Wert mit (53) Punkten. Unmittelbar *nach der OP* fällt der Wert auf (39) Punkte und steigt dann wieder bei der *Kontroll-U1* auf (52) Punkte an. Daraus folgt, dass die Bewegungsmuster der Pferde im Ganzen betrachtet zu 98 % wieder auf das Ausgangsniveau wie vor der *OP* zurück gekommen sind.

4.7 Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung

Damit ein direkter Vergleich der beiden Methoden zur Beurteilung der Bewegung im Schritt vorgenommen werden konnte, wurden die Veränderungen nach der Kastration bei der subjektiven (visuellen) Gangbeurteilung und der objektiven Gangbeurteilung in Prozent umgerechnet und dargestellt. Die Zeitphase *vor OP* wird als 100 % definiert. Bei der subjektiven Gangbeurteilung ist eine exakte Differenzierung zwischen *Aufsetzstärke* und *Vorschwingstärke* nicht möglich, weil das menschliche Auge dies nicht zulässt. In den Abbildungen 56 und 57 sind deshalb beide Parameter (*Aufsetzen* und *Vorschwingen*) bei der visuellen Gangbeurteilung zusammen gefasst. Zur Darstellung der subjektiven Gangbeurteilung wurden die Ergebnisse auf Seite 60 verwendet. Die prozentuale Umrechnung für die objektive Gangbeurteilung erfolgte aus den Werten der Tabellen 48, 49, 50 und 51.

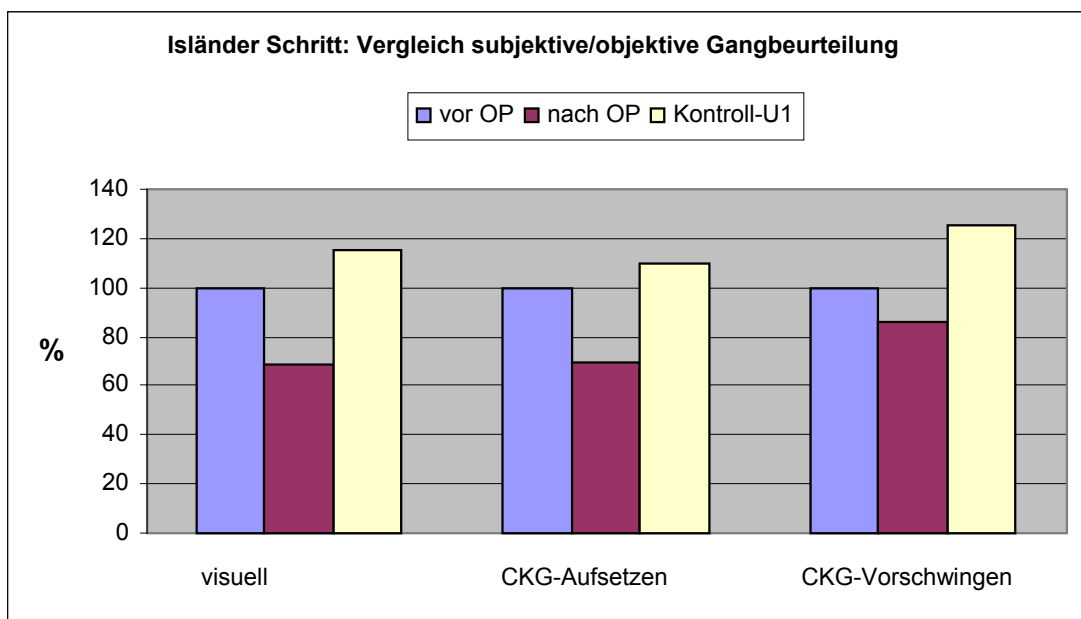


Abb. 56: Die Grafik zeigt den Vergleich der subjektiven (visuellen) und objektiven (CKG) Gangbeurteilung der Isländer im Schritt. Zur besseren Veranschaulichung wurden die mit dem CKG erfassten Veränderungen beim Aufsetzen und Vorschwingen in Prozent (%) umgerechnet und der subjektiven Gangbeurteilung gegenübergestellt. Die Zeitphase vor OP wird mit 100 % festgelegt.

Der Vergleich der beiden Beurteilungsmethoden bei den *Isländern* zeigt, dass die Veränderungen bei der Aufsetzstärke *nach OP* mit dem CKG-System (70 %) fast gleich bewertet wurden wie bei der subjektiven (visuellen) Gangbeurteilung *nach OP* (69 %). Auch bei der *Kontroll-U1* liegen die Beurteilungen von objektiver (110 %) und subjektiver Gangbeurteilung (115 %) eng beieinander (Abb. 56).

Die Veränderungen der Vorschwingstärke direkt *nach OP* sind bei den *Isländern* mit 86 % bei der objektiven etwas höher als bei der subjektiven Gangbeurteilung (69 %). Bei der *Kontroll-U1* wurde eine Steigerung auf 125 % bei der objektiven Gangbeurteilung verzeichnet gegenüber 115 % bei der subjektiven Gangbeurteilung (Abb. 56).

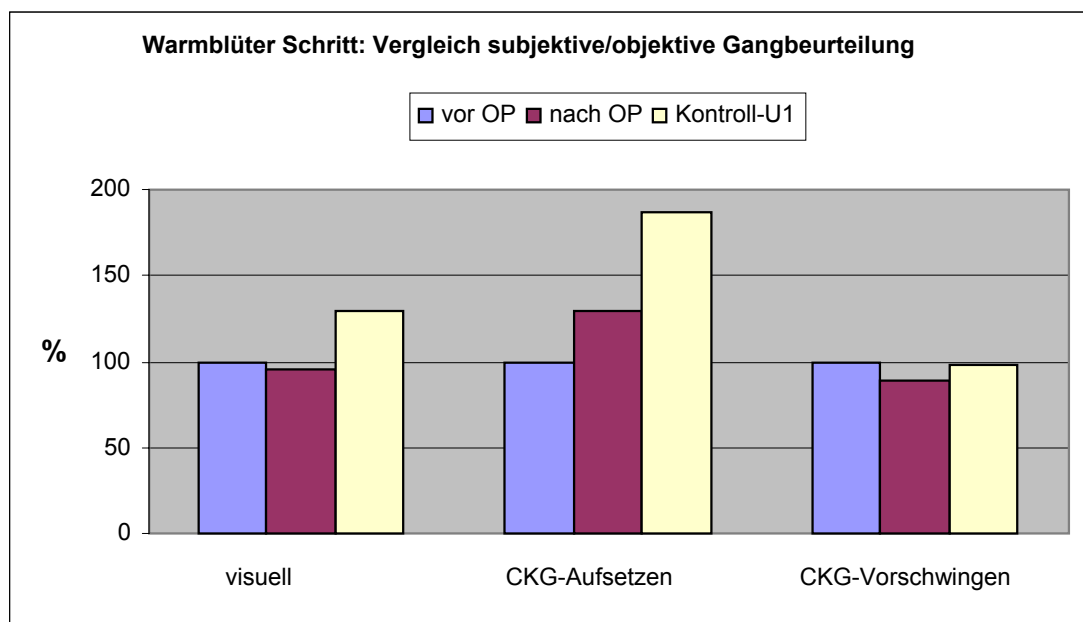


Abb. 57: Die Grafik zeigt den Vergleich der subjektiven (visuellen) und objektiven (CKG) Gangbeurteilung der Warmblüter im Schritt. Zur besseren Veranschaulichung wurden die mit dem CKG erfassten Veränderungen beim Aufsetzen und Vorschwingen in Prozent (%) umgerechnet und der subjektiven Gangbeurteilung gegenübergestellt. Die Zeitphase vor OP wird mit 100 % festgelegt.

Bei den *Warmblütern* differieren die beiden Gangbeurteilungsmethoden um 34 % direkt *nach OP* bei der Aufsetzstärke. Während bei der subjektiven Gangbeurteilung nur eine geringe Verschlechterung auf 95 % der

Bewegung vergeben wurde, zeigte die objektive Gangbeurteilung (CKG-Messung) einen deutlichen Anstieg auf 129 % *nach OP*. Demgegenüber stieg die Aufsetzstärke der *Kontroll-U1* bei der objektiven Gangbeurteilung relativ stark auf 187 % an. Die subjektive Beurteilung zum Zeitpunkt *Kontroll-U1* konnte nur einen Anstieg auf 129 % feststellen (Abb. 57).

Die Vorschwingstärke sank *nach OP* bei der objektiven Gangbeurteilung (CKG-Messung) der *Warmblüter* auf 89 % und stieg bei der *Kontroll-U1* auf 98 % an. Die subjektive (visuelle) Gangbeurteilung *nach OP* betrug 95 %. Die *Kontroll-U1* differiert zwischen subjektiver (129 %) und objektiver Gangbeurteilung (98 %) relativ stark (Abb. 57).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse beider Methoden ein annähernd übereinstimmendes Ergebnis liefern. Die Lokomotion erreicht im Schritt direkt *nach OP* eine Verschlechterung und nach vollständiger Abheilung (*Kontroll-U1*) wieder mindestens das Ausgangsniveau.

5 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit war, eine Aussage darüber treffen zu können, wie sich die Kastration auf die Lokomotion von Wallachen auswirkt. Insgesamt wurden 21 Hengste kastriert. Die Methode der Kastration war die Stehendkastration. Die Beurteilung der Bewegung erfolgte als subjektive Gangbeurteilung durch drei erfahrene Gutachter. Zusätzlich wurde mit dem Ganganalysesystem marquis[®]-CKG eine objektive Gangbeurteilung durchgeführt.

5.1 Zeitachse

Die wiederholten Untersuchungen der Pferde wurden innerhalb eines Zeitraumes von einem Jahr durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen Zeitabschnitte wie folgt definiert: vor OP – Kastration – nach OP – Kontroll-U1 – Kontroll-U2.

Vor der Kastration (vor OP) erfolgte bei den Isländern und den Warmblütern eine subjektive und objektive Gangbeurteilung. Außerdem wurde das Skrotum und Präputium durch Adspektion und Palpation begutachtet. Die Isländer wurden dann am nächsten Tag und die Warmblüter eine Woche später nach dieser ersten Gangbeurteilung kastriert. Der Verlauf der Heilung von Kastrationswunde (Skrotum) und der Schwellung des Präputiums wurden jeden zweiten Tag bis zum 16. Tag nach der Kastration protokolliert und ausgewertet.

Eine Woche nach der Kastration (nach OP) wurde die Pferdebewegung erneut durch eine subjektive und eine objektive Gangbeurteilung bewertet. Der Termin für die Kontroll-U1 wurde willkürlich festgesetzt, und zwar auf einen Zeitpunkt, bei dem davon ausgegangen werden konnte, dass die Wundheilung vollkommen abgeschlossen sei. Dieser Termin wurde nach

ca. 4 Monaten nach der Kastration anberaumt. Aus organisatorischen Gründen wurde bei den Warmblütern bereits nach 4 Monaten nach der Kastration diese erneute Gangbeurteilung durchgeführt. Bei den Isländern erfolgte dies nach 5 Monaten nach der Kastration. Durch Adspektion und Palpation konnte die anfangs gemachte Vermutung einer abgeschlossenen Wundheilung zu diesem Zeitpunkt bestätigt werden. Somit konnte die dritte objektive Gangbeurteilung vorgenommen werden. Gleichzeitig erfolgte auch eine subjektive Gangbeurteilung durch die drei Gutachter (Kontroll-U1).

Ein Jahr nach der Kastration (Kontroll-U2) konnte eine letztmalige Begutachtung bei acht Isländern und sechs Warmblütern realisiert werden. Dabei wurde durch Adspektion und Palpation auf Veränderungen (Narbenbildung, Verwachsungen des Samenstrangstumpfes) geachtet. Durch Vorführen der Pferde an der Hand wurde wieder von den drei selben Gutachtern eine subjektive Gangbeurteilung vorgenommen.

Die Wallache konnten also innerhalb der Zeit von über einem Jahr beobachtet und untersucht werden. Dieser Zeitraum schien angemessen, um eventuelle Veränderungen im Bewegungsablauf der Pferde zu erkennen.

5.2 Patientengut

Eine Unterteilung in Gruppen erfolgte nach dem Aspekt der Rassenzugehörigkeit. So entstand eine Gruppe mit 8 Isländerhengsten und eine Gruppe mit 13 Warmbluthengsten. Alle Pferde waren im Alter zwischen eineinhalb und zweieinhalb Jahren. Die beiden Pferdeguppen waren entsprechend ihrer Rassenzugehörigkeit relativ einheitlich. Das Exterieur, Temperament und das Gangvermögen war somit innerhalb der Rasse vergleichbar. Eine Kontrollgruppe (Blindstudie) konnte aufgrund ökonomischer Aspekte der Gestüte nicht angelegt werden. Wünschenswert

wäre sicher eine größere Anzahl von Hengsten gewesen, um eine noch bessere statistische Auswertung zu erreichen. Geplant waren mehr Hengste in die Studie aufzunehmen. Bei der ersten Vorführung der einzelnen Pferde wurde jedoch klar, dass einige Pferde für dieses Projekt nicht in Frage kamen. Gründe dafür waren ein durch Unerzogenheit bedingter problematischer Umgang mit den Pferden. Diese Pferde verblieben bis zur Kastration entsprechend einer artgerechten Haltung auf der Weide mit wenig menschlichen Kontakten.

Zwischen den beiden Pferdeguppen zeigten sich am Anfang noch gewisse Unterschiede im Umgang und beim Vorführen an der Hand. Die Isländerpferde waren aufgrund ihres Temperaments kontrollierter und damit gleichmäßiger an der Hand zu führen. Diese Pferde waren auch etwas besser vorbereitet, weil mit ihnen vor Beginn der Studie das Führen an der Hand über einen längeren Zeitraum geübt wurde.

Die Warmblutpferde gingen zunächst weniger gleichmäßig und kontrolliert. Selbst bei kleinen Geräuschen scheuten diese und gingen nicht mehr geradeaus oder erhöhten selbständig ihr Tempo. Mit zunehmendem Fortgang der Untersuchungen und Gangbeurteilungen wurden die Pferde im Umgang immer besser und es war bald kein Unterschied mehr zwischen beiden Pferdeguppen zu erkennen.

Hier soll erwähnt werden, dass durch solch eine Studie hohe Anforderungen an das Management eines professionell geführten Gestüts gestellt werden. Auch im Hinblick auf den knallharten Wettbewerb in dieser Branche schmälert jede zusätzliche Aufgabe das ohnehin schon enge Zeitfenster im täglichen Ablauf. Daher ist es umso bemerkenswerter, dass die beiden Gestüte für die Arbeit zwei ordentliche, in sich geschlossene Pferdeguppen gut vorbereitet zur Verfügung stellen konnten.

5.3 Subjektive Gangbeurteilung

Die Beurteilung der Bewegung erfolgte durch drei erfahrene Gutachter. Dabei handelte es sich um zwei Tierärzte und einen Biomechaniker. Bei allen subjektiven (visuellen) Gangbeurteilungen und während allen vier Zeitphasen (vor OP – nach OP – Kontroll-U1 – Kontroll-U2) wurden die Pferde von den selben Gutachtern bewertet. Die Pferde wurden im Schritt und im Trab auf einer geraden ebenen Vorführstrecke an der Hand vorgestellt.

DIE DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2003) bezeichnet den Schritt als die wichtigste Gangart für alle Pferderassen. Deshalb wurde bei der subjektiven Gangbeurteilung der Schritt besonders sorgsam geprüft. Es wurde insbesondere auf Taktreinheit, Symmetrie der Hintergliedmaßen und Übertreten der Hinterhufe über die Fußspuren der Vorderhufe geachtet.

Bei der subjektiven Gangbeurteilung des Trabs wurde besonderer Wert auf die Gleichmäßigkeit der Bewegung gelegt (STODULKA 2006). Auch der natürliche Raumgriff, wie es DIE DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2003) vorgibt, wurde bei den jungen Pferden bewertet. Wie STODULKA (2006) bemerkt, ist die Aktivität der Hinterhand von entscheidender Bedeutung. Deshalb sollten im Trab eines jungen Pferdes die Hinterhufe mindestens die Trittsiegel der Vorderhufe treffen.

Die subjektive Gangbeurteilung wurde für Schritt und Trab getrennt durchgeführt. Die Bewertung erfolgte anhand einer eigens für diese Studie festgelegten Punkteskala von 1 bis 6. Dabei wurde das beste Ergebnis mit 6 Punkten definiert und das schlechteste mit 1 Punkt. Die Vergabe der Punkte erfolgte für Schritt und Trab getrennt. Die Gesamtpunktzahl wurde für jedes Pferd nach gemeinsamer Absprache der drei Gutachter vergeben. Die Einzelbewertungen der drei Gutachter differierten wenig. Dieses Bewertungsschema hat sich für die Gangbeurteilung der Pferde in dieser Studie bewährt.

Die Autorin weist daraufhin, dass es sich bei diesem Bewertungsschema nicht in gleichem Maße um die Kriterien handelt, wie sie bei der Beurteilung von Reit- oder Zuchtpferden angewandt werden. Die Bewertungsskala sagt deshalb nichts über die Qualität der einzelnen Pferde aus.

5.4 Objektive Gangbeurteilung

Mit dem Ganganalysesystem *marquis*[®]-CKG wurden die vier Bewegungsparameter *Aufsetzen*, *Vorschwingen*, *Symmetrie Aufsetzen* und *Symmetrie Vorschwingen* erfasst und ausgewertet. Zu diesem Zweck wurden an beiden Hintergliedmaßen am lateralen Röhrrhein je ein Beschleunigungssensor mit integriertem Speichermodul befestigt. Die Anbringung der Sensoren ging einfach und schnell. Sie dauerte ca. 20 Sekunden für jede Gliedmaße. Die Pferde wurden in der Vorbereitungsphase so konditioniert, dass sie die mit einer Bandage am Röhrrhein befestigten Teile gut tolerierten. Vor Beginn jeder Messung wurde den Pferden noch etwas Zeit gegeben, um sich an die neue Situation zu gewöhnen. Dann wurden die jungen Pferde korrekt aufgestellt um die Sensoren per Knopfdruck (Handgerät) zu kalibrieren. Auch diese Prozedur wurde von den Pferden gut toleriert. Damit die Pferde mit gleichmäßigem Tempo im Schritt und Trab gingen, trieb eine Hilfsperson mit hochgehaltener Peitsche die Pferde von hinten an. So gingen die jungen noch unsicheren Pferde alleine (ohne Artgenossen) auf der Vorführstrecke gerade aus.

Das anschließende Entfernen der Sensoren und Einlesen der Daten war problemlos möglich. Die Speicherung und das Aufarbeiten der Messwerte vor Ort mittels Laptop dauerte für jedes Pferd nach jeder Messung ungefähr 10 Minuten.

5.5 Kastration

Für die Kastration waren die Rahmenbedingungen bei beiden Gruppen gut. Die *Isländer* wurden im Freien auf dem Gestütshof am Strick gehalten und kastriert. Alle Pferde wurden am gleichen Tag von der Autorin stets nach gleicher Methode kastriert. Die mittelstarke Blutung bei Pferd 2 war eine relativ harmlose Kastrationskomplikation. Es handelte sich hier um ein kleineres verletztes Blutgefäß, das durch die Inzision der Skrotalhaut verursacht wurde. Mit einer Arterienklemme konnte der Blutfluss gestillt werden. Das Austreten einer übermäßig großen Menge von Bauchhöhlenflüssigkeit, wie es bei Pferd 3 geschah, kommt in der Praxis nach den bisherigen Erfahrungen der Autorin selten vor. Diese Komplikation wurde durch einen Verschluss der Tunica vaginalis behoben. Das Pferd 3 zeigte auch im weiteren Wundheilungsverlauf keine besonderen Auffälligkeiten.

Die *Warmblüter* wurden witterungsbedingt in einem geschlossenen Raum kastriert. Da zusätzlich zu den 13 Hengsten für die Studie noch weitere 11 Hengste kastriert wurden, assistierte der Autorin ein Tierarzt. Dieser sedierte die Pferde und reichte der Operateurin das Operationsbesteck. Auch hier wurden die Pferde durch eine Hilfsperson mit einem Strick festgehalten. Auf diese Weise wurden von der Autorin an einem Tag 24 Hengste kastriert. Als Zwischenfall war nur das Hinlegen von Pferd 15 an diesem Tag zu verzeichnen. Die Ursache für dieses Niedergehen lässt sich nach Meinung der Autorin durch die Nachinjektion von Xylazin und Levomethadon erklären. Sie stuft das mehrmalige Nachinjizieren von Sedativa aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen als nicht problematisch ein. Auch das Pferd 15 zeigte beim späteren Wundheilungsverlauf keine Auffälligkeiten.

Die bei dieser Studie eingesetzte Sedierung entsprach der, wie sie von verschiedenen Autoren beschrieben wird (BLASS und BRILL 2000; BURKERT 1997; CZUPALLA und GERHARDS 2012; SCHER 2013). So erhielten die Pferde intravenös eine Kombination aus Acepromazin

(Vetranquil[®]), Xylazin (Xylarium[®]) und Levomethadon (L-Polamivet[®]). Diese Sedierung erwies sich als gute Möglichkeit die Pferde für den Eingriff ruhig und schmerzfrei zu halten. Eine ein- oder zweimalige Nachinjektion von Xylazin und Levomethadon in einer Mischspritze ist bei Bedarf gut möglich. Die Autorin hat während ihrer bisherigen Tätigkeit beobachtet, wie wichtig es für eine gute Sedierung ist, dass die Pferde vor dem Eingriff so wenig wie möglich Stresssituationen ausgesetzt sind. Denn schon das Verbringen eines Pferdes weg von der Gruppe sorgt für Unruhe. Damit ist ein verzögerter Wirkungseintritt der Stehendnarkose verbunden.

Mit einem relativ geringen Zeitaufwand von ungefähr 25 Minuten pro Pferd war die Kastration problemlos durchführbar. Der Zeitaufwand, der in dieser Studie für die Kastration benötigt wurde, entspricht den Mitteilungen von BURKERT (1997), der für die Stehendkastration eine Zeit von 22,7 Minuten ermittelte. Die Risiken des Ablegens und vor allem des nach der Narkose wieder Aufstehens, die bei der Kastration im Liegen vorkommen können, entfallen (BLASS und BRILL 2000; BURKERT 1997; KELLER und HARTMANN 1996).

Die Ausführung der Kastration erfolgte ohne serösen Überzug des Gefäßteils des Samenstrangs, sogenannte unbedeckte Kastration (WISSDORF et al. 1998). Nach stumpfer Durchtrennung des Mesorchiums konnte auf den frei präparierten Gefäßteil des Samenstrangs zusammen mit der Tunica vaginalis eine doppelte Ligatur angelegt werden. Somit wurde der direkte Zugang zur Bauchhöhle verschlossen. Dieser Verschluss verminderte das Risiko des Hervortretens von Darmabschnitten aus der Bauchhöhle. Bei dieser Studie kamen die gefürchteten Komplikationen, z. B. starke Blutungen aus dem Gefäßteil des Samenstrangstumpfes oder Darmvorfälle, wie sie in der Fachliteratur immer wieder beschrieben werden (GERHARDS 2003; KELLER und HARTMANN 1996; KILCOYNE et al. 2013; MEZEROVA 2001), nicht vor. Die hier angewandte Kastrationsmethode hatte den Vorteil, dass ein weit proximales Quetschen und Absetzen der Hoden möglich war. Dadurch ist auch der verbleibende Teil des Gefäßteils des Samenstrangs entsprechend kurz.

WISSDORF et al. (1998) weisen ausdrücklich daraufhin, dass zu lang belassene Samenstrangreste bei der sogenannten unbedeckten Kastration durch Narbenbildung mit dem Skrotalbereich so verwachsen können, dass sich Veränderungen des Gangs nachweisen lassen.

Aufgrund der anatomischen Verhältnisse, die sich mit zunehmendem Alter der Hengste verändern (größerer Leistenring) sollte eine Stehendkastration nur bis zu einem Alter von maximal dreieinhalb bis vier Jahre durchgeführt werden (TURNER und MCILWRAITH 1983; WISSDORF et al. 1998). Die Erfahrungen der Autorin zeigten, dass nicht nur die Gefahren von gravierenden Kastrationskomplikationen (Darmvorfall, Samenstrangfistel, usw.) sondern auch die weniger lebensbedrohlichen Komplikationen, wie stärkere Blutungen der Wunde und schlechterer Wundheilungsverlauf bei älteren Hengsten, zunehmen.

Die vorliegende Arbeit lässt den Schluss zu, dass die hier angewandte Methode der Stehendkastration in der kurativen Praxis gut angewendet werden und im Hinblick auf die Auswirkung auf die Lokomotion der Wallache nach abgeschlossener Wundheilung als nicht nachteilig angesehen werden kann. Zur Durchführung ist nur eine zusätzliche Hilfsperson erforderlich. Das Pferd kann im Freien oder einem geschlossenen Raum kastriert werden. Der Untergrund sollte so gestaltet sein, dass das Pferd sicher und rutschfrei stehen kann. Wenn möglich sollte es auch nicht angebunden werden, damit es sich jederzeit gut ausbalancieren kann. Für die operierende Person muss genügend Platz zum Ausweichen vorhanden sein. Der Zug am Hoden und das Quetschen des Samenstrangs bedeutet für das Pferd eine besondere Schmerzreaktion. Deshalb kann das Pferd in diesen Situationen mit dem Hinterbein nach vorne treten und die operierende Person treffen. Bei diesen Handlungen ist deshalb höchste Vorsicht geboten. Es hat sich auch in der Vergangenheit als hilfreich erwiesen, in diesen extremen Stressmomenten kurz eine Oberlippenstrickbremse anzubringen.

5.6 Wundheilungsverlauf

Zur Beurteilung der Wundheilung wurde eine modifizierte Punkteskala (MAASSEN 2007) benutzt, mit der der Verlauf in sechs Schweregraden (von *ohne besonderen Befund* bis *höchstgradig*) beschrieben werden konnte. Präputium und Skrotum wurden separat beurteilt und anschließend entsprechende Punktwerte vergeben.

Der Zustand von Präputium und Skrotum der *Isländer* wurde jeden zweiten Tag nach der Kastration bewertet. Unmittelbar nach der Kastration nahmen die Werte für Wundheilung und Schwellung des Präputiums zu. Im Gegensatz zu den Ergebnissen von MAASSEN (2007), bei denen die Wundheilung schon früher ihren Höhepunkt erreichte, war dies bei den Isländern zwischen dem 6. und 8. Tag nach OP der Fall. Danach wurden die Werte kontinuierlich kleiner. Der Verlauf der Grafik (Abb. 23) verdeutlicht, dass die Heilung der Wunde und die Schwellung des Präputiums relativ einheitlich verlief. Durch Summation aller Werte und Division durch 8 (Anzahl der Pferde) erhielt man einen Gesamt-Wundheilungs-Index für das **Präputium** von **15,87** und für das **Skrotum** von **16,37**.

Ebenfalls jeden zweiten Tag nach Kastration wurde das Präputium und das Skrotum der *Warmblüter* kontrolliert und eine entsprechende Punktezahl vergeben. Bei dieser Gruppe wurde der Höhepunkt von Schwellung und Wundheilungsstörung erst zwischen dem 10. und 16. Tag nach OP erreicht (Abb. 24). Danach folgte eine kontinuierliche Besserung. Außer bei Pferd Nr. 16, bei dem es zu einer fluktuierenden Schwellung des Skrotums kam, waren keine größeren Störungen aufgetreten. Aus der grafischen Darstellung (Abb. 24) ist zu erkennen, dass der Verlauf der Schwellung von Präputium und Wundheilung vom Skrotum nicht so einheitlich erfolgte wie bei den *Isländern* (Abb. 23). Der Gesamt-Wundheilungs-Index betrug bei den *Warmblütern* für das **Präputium** **18,84** und für das **Skrotum** **18,53**.

Der Vergleich der Indizes von *Isländern* und *Warmblütern* zeigt, dass die Wundheilung und die Schwellung des Präputiums bei den *Isländern* etwas weniger stark ausgeprägt war als bei den *Warmblütern*. Dies könnte daran liegen, dass die Isländer rassebedingt etwas robuster sind als die feineren Warmblüter und somit einen solchen chirurgischen Eingriff besser akzeptierten.

5.7 Auswertung subjektive Gangbeurteilung

Die subjektive Gangbeurteilung ist das Ergebnis der drei Gutachter, die die Pferde in den vier Zeitphasen *vor OP – nach OP – Kontroll-U1 – Kontroll-U2* - durch Beobachtung beurteilten. Mit dem speziell für diese Studie erstellten Bewertungsschema von 1 Punkt bis 6 Punkten erhielt ein sich *sehr gut bewegendes* Pferd 6 Punkte und ein sich *sehr schlecht bewegendes* Pferd 1 Punkt.

Die Mittelwertbildung der einzelnen Bewertungspunkte zeigte für jede Zeitphase (*vor OP – nach OP – Kontroll-U1 – Kontroll-U2*) ein unterschiedliches Ergebnis. So kam es in der *Isländergruppe* beim Schritt unmittelbar nach OP zu einem Einbruch im Bewegungsablauf (MW vor OP = 3,25; nach OP = 2,25). Dieses Ergebnis lässt sich durch die Schmerzen der Wundheilung erklären, die zu diesem Zeitpunkt bei den *Isländern* noch anhielten und sich in einer schlechteren Lokomotion äußerten. Bei der Kontroll-U1, also nach vollständiger Abheilung fünf Monate später, wurde die Lokomotion (MW = 3,75) über das Niveau (MW = 3,25) der Ausgangsbeurteilung hinaus bewertet. Die letzte Beurteilung nach einem Jahr (Kontroll-U2) brachte sogar noch einmal eine Verbesserung der Lokomotion im Schritt auf 4,25 Punkte. Beim Trab sank der Mittelwert von 3,0 auf 2,5 Punkte direkt nach OP. Bei der Kontroll-U1 fünf Monate später stieg der Mittelwert dann auf 4,12 Punkte. Bei der letzten Begutachtung nach einem Jahr (Kontroll-U2) wurde der Trab mit 4,25 Punkten etwas besser bewertet. Die nochmaligen Steigerungen in den Bewertungen bei

der Kontroll-U2 haben wahrscheinlich damit zu tun, dass sich die Wallache weiter entwickelten und sich dies positiv auf die Bewegung auswirkte.

Die Lokomotion der *Warmblüter* im Schritt wurde vor der Kastration mit dem Mittelwert von 3,15 Punkten festgesetzt. Dieser Wert liegt etwas unter dem Ergebnis der *Isländer* (3,25 Punkte). Eine Erklärung für diese höhere subjektive Beurteilung könnte sein, dass die *Isländer* zu diesem Zeitpunkt besser vorbereitet waren und sich deshalb konstanter präsentierten. Danach sank der Wert im Schritt nach der OP auf den Mittelwert von 3,0 Punkte ab. Im Vergleich zu den *Isländern* ist dies nur ein geringer Abfall und zeigt, dass sich die *Warmblüter* unmittelbar nach der Kastration relativ gut bewegten. Die Ursache hierfür könnte der spätere Höhepunkt der Wundheilung sein, der bei den *Warmblütern* erst ab 10. bis 16. Tag nach OP erreicht wurde, während dieser bei den *Isländern* bereits zwischen dem 6. und 8. Tag lag. Bei der Kontroll-U1 stieg der Wert dann wieder auf 4,07 Punkte an. Die letzte Beurteilung nach einem Jahr (Kontroll-U2) lieferte für die noch auf dem Gestüt verbliebenen sechs *Warmblüter* den Mittelwert von 4,33 Punkten. Im Trab waren die Mittelwerte von 3,07 Punkten vor OP bei den *Warmblütern* und 3,0 Punkten bei den *Isländern* fast identisch. Direkt nach OP sank dann dieser Wert auf 2,92 Punkte. Der Abfall ist im Trab bei den *Warmblütern* nicht so gravierend wie bei den *Isländern*. Auch dieser kleinere Unterschied dürfte auf die anders verlaufende Wundheilung zurückzuführen sein. Die Kontroll-U1 nach vollständiger Abheilung brachte ein Ergebnis von 4,61 Punkten und lag deutlich über dem Ausgangswert von 3,07. Die Kontroll-U2 nach einem Jahr unterschied sich nur unwesentlich vom vorigen Ergebnis und zeigte für den Trab 4,5 Punkte.

Vergleicht man die Werte vor der Kastration mit den Werten der Kontroll-U1 und Kontroll-U2 nach vollständiger Abheilung fällt auf, dass sowohl in der *Isländergruppe* als auch bei den *Warmblütern* die jeweiligen Ausgangswerte überstiegen wurden. Im Einzelnen waren dies bei den *Isländern* im Schritt 15 % und im Trab 37 %. Die Steigerung bei den *Warmblütern* betrug im Schritt 26 % und im Trab 49 %. Erklären lässt sich dieser subjektiv besser beurteilte Bewegungsablauf durch das

Körperwachstum und der damit verbundenen positiven Veränderungen der Körperproportionen. Ein weiterer Grund könnte auch sein, dass die Pferde nach der Kastration gezielter gearbeitet wurden. Insbesondere die Warmblüter wurden an der Hand und in der Führanlage bewegt. Dies hat einen gewissen Trainingseffekt zur Folge, der sich dann im Bewegungsablauf manifestiert.

5.8 Auswertung objektive Gangbeurteilung

5.8.1 Aufsetzen

Die Probanden der Rasse Islandpferde

Die CKG-Messung vor der Kastration zeigte einen relativ konstanten Verlauf der Mittelwerte der Beschleunigungen beim Aufsetzen. Zehn Tage nach OP war anhand der Auswertung der CKG-Messung ein deutlicher Abfall der Beschleunigungen beim Aufsetzen zu verzeichnen. Dies bedeutet, dass die Pferde in der Phase der Wundheilung nicht so stark aufsetzten. Zu erklären ist dieses verhaltene Aufsetzen durch Schmerzen der Wunde im Skrotum und durch Schwellung des Präputiums. Die Kontroll-U1 mit dem CKG wurde nach vollständiger Abheilung fünf Monate nach der Kastration vorgenommen. Die Beschleunigungswerte des Aufsetzens erreichten dann wieder das Ausgangsniveau wie vor der Kastration.

Die Probanden der Rasse Warmblutpferde

Die Beschleunigungswerte beim Aufsetzen verliefen bei den Warmblütern anders als bei den Isländern. Die CKG-Messungen zehn Tage nach OP zeigten höhere Messwerte als dies vor der Kastration der Fall war. Diese Pferde hatten sich zwar genauso wie die Isländer mit der Wundheilung und der Schwellung des Präputiums auseinander zu setzen. Aber im Unterschied zu den Isländern trat hier anscheinend ein deutlicherer Trainingseffekt ein. Nämlich dadurch, dass die Pferde ab dem nächsten

Tag nach der Kastration kontrolliert bewegt wurden. Diese Pferde waren jetzt aufgestellt, kamen regelmäßig in die Führanlage und wurden an der Hand geführt. Die Kontroll-U1 nach vollständiger Abheilung vier Monate post operationem zeigte einen weiteren Anstieg der Beschleunigungswerte des Aufsetzens. Diese erneute Erhöhung ist durch die körperliche Weiterentwicklung der Pferde und den weiteren Trainingseffekt zu erklären.

5.8.2 Vorschwingen

Die Probanden der Rasse Islandpferde

Im Schritt gingen die Beschleunigungswerte für das Vorschwingen direkt nach OP zurück. Die Wallache schwangen die Hintergliedmaßen verhaltener nach vorn als vor der OP. Bei der Kontroll-U1 zirka fünf Monate später erhöhten sich die Beschleunigungswerte wieder und kamen sogar über das Ausgangsniveau der Erstmessung vor der Kastration hinaus.

Auch im Trab war nach OP eine Reduzierung der Beschleunigungswerte für das Vorschwingen erkennbar. Bei der Kontroll-U1 zeigte sich ein Anstieg der Vorschwingstärke.

Die Probanden der Rasse Warmblutpferde

Die Mittelwerte der Vorschwingstärke änderten sich im Schritt in den drei Zeitphasen vor OP – nach OP – Kontroll-U1 nur gering. Nach OP kam es zu einem Rückgang der Vorschwingstärke. Bei Kontroll-U1 erhöhte sich die Vorschwingstärke wieder.

Im Trab waren die Tendenzen nicht so eindeutig wie bei den Isländern. Zwar gingen die Beschleunigungswerte für das Vorschwingen nach der Kastration zurück, verbesserten sich aber nicht bei der Kontroll-U1 nach der vollständigen Abheilung. Teilweise waren die Werte sogar schlechter als direkt nach der OP. Eine Erklärung für diese verminderte Vorschwingstärke vermutet die Autorin an den Vorführbedingungen (schlechter Untergrund nach Schneefall).

5.8.3 Symmetrie

Bei allen Messungen finden sich Abweichungen der Symmetrie. Das heißt, die Werte von Aufsetzen und Vorschwingen der linken und rechten Hintergliedmaßen sind nie identisch. Dies entspricht dem, was STEINBRECHT (1989) feststellte und von mehreren Autoren immer wieder diskutiert wird. Nämlich, dass die jungen Pferde schief sind und so die Hintergliedmaßen unterschiedlich Last aufnehmen und unterschiedlich vorschwingen (KRELING 2010; PERRREAUX 2002; STEINMETZ 2005). Bei der subjektiven Gangbeurteilung der drei Gutachter fallen diese Asymmetrien nicht ins Gewicht. Aber das CKG-Messsystem registriert exakt die Abweichungen der linken und rechten Hintergliedmaßen. FALATURI (2001) weist darauf hin, dass Schritt und Trab symmetrische Gangarten sind, Abweichungen von linker und rechter Seite aber üblich sind. Auch CARL (2004) hat in ihrer Arbeit Asymmetrien bei lahmfreien Pferden durch Messungen mit dem CKG-System festgestellt.

5.8.4 Vergleich subjektive und objektive Gangbeurteilung

Auf der ersten Blick liefert die subjektive und objektive Gangbeurteilung nicht identische Ergebnisse. Die subjektive Gangbeurteilung durch die drei fachlich erfahrenen Gutachter bringt genau das Ergebnis, das erwartet wird. Nämlich einen schlechteren Bewegungsablauf direkt nach der Kastration und dann wieder eine Verbesserung auf das Ausgangsniveau und sogar darüber hinaus.

Die objektive Gangbeurteilung mit dem marquis®-CKG-System bestätigt zunächst nicht eindeutig diese Erwartung. Bei der Isländergruppe ist das Ergebnis ähnlich wie bei der subjektiven Ganganalyse. Nach der Kastration sind die Mittelwerte der Beschleunigungen für das Aufsetzen und Vorschwingen niedriger. Die Messungen nach der vollständigen Abheilung (Kontroll-U1) liefern dann wieder einen Anstieg der Beschleunigungswerte,

allerdings nicht so eindeutig, wie dies bei der subjektiven Gangbeurteilung der Fall ist. Im Gegenzug kommt es bei der Warmblütergruppe zu einem tendenziellen Anstieg der Beschleunigungswerte für das Aufsetzen und Vorschwingen direkt nach der Kastration und bei der Kontroll-U1 5 Monate später. Dies ist vermutlich auf den verstärkten Trainingseffekt zurückzuführen.

Eine Erklärung für diese nicht identischen Ergebnisse von subjektiver und objektiver Gangbeurteilung ist auch in den unterschiedlichen Methoden der Beurteilung zu suchen. Die subjektive Gangbeurteilung wurde von drei Personen durchgeführt, die in der Beurteilung von Bewegungsabläufen des Pferdes erfahren sind. Die Beurteilung eines jeden Pferdes beruht auf einem Gesamtbild, das von den drei Fachleuten erstellt wurde. Hierbei fließt auch das äußere Erscheinungsbild des Pferdes, wenn auch unbewusst, mit ein.

Die objektive Gangbeurteilung (CKG-Messung) liefert für jeden Bewegungsparameter, also Aufsetzen, Vorschwingen, Abheben usw. exakte Messwerte. Innere und äußere Einflüsse, wie das Vorführen des Pferdes, Umgebungsbedingungen, Bodenverhältnisse, Tagesform des Pferdes usw., die sich direkt auf den Bewegungsablauf auswirken, werden erfasst und finden im Bewegungsmuster ihren Ausdruck.

5.9 Schlussfolgerungen

Die Arbeit sollte aufklären, inwieweit die Kastration mittels der hier verwendeten Methode, insbesondere die Kastration am stehenden Pferd, Auswirkungen auf den postoperativen Bewegungsablauf der Wallache hat. Für diese Arbeit standen zwei relativ einheitliche Pferdegruppen aus einem Isländergestüt und einem Warmblutgestüt zur Verfügung.

Durch Beobachtung und Dokumentation der Wundheilung konnte gezeigt werden, dass der chirurgische Eingriff, der beim Hengst vorgenommen

wird, zunächst eine große Wunde hinterlässt. Durch sekundären Wundverschluss, wie er bei der Stehendkastration üblich ist um einen Abfluss des Wundsekrets zu garantieren, nimmt die vollständige Wundheilung eine gewisse Zeit in Anspruch. Beim Wundheilungsverlauf konnten in der Arbeit Unterschiede zwischen Isländern und Warmblütern festgestellt werden. Während bei den Isländern die Wundheilung ab dem sechsten Tag nach OP ihren Höhepunkt findet, ist dieser bei den Warmblütern erst ab dem 12. Tag nach der Kastration ersichtlich. Die Isländer tolerierten solch einen chirurgischen Eingriff besser als die Warmblüter.

Der Bewegungsablauf wird aber während der Wundheilung nicht in dem Maße gestört, wie die aufgrund der großen Wunde vermutet werden könnte. Durch gezielte Bewegung nach der Kastration lässt sich ein Einbruch im Bewegungsablauf kompensieren oder sogar verbessern.

Eine Verschlechterung der Lokomotion nach der Kastration von Hengsten konnte bei den Wallachen nach vollständiger Abheilung nicht festgestellt werden.

6 Zusammenfassung

Die Kastration eines Hengstes ist eine wichtige operative Maßnahme in der Pferdemedizin. Da es sich um einen großen chirurgischen Eingriff handelt, ist dies mit gewissen Risiken verbunden. Es wird immer wieder diskutiert, ob und gegebenenfalls wie sich solch eine Operation auf die Bewegung von Wallachen auswirken kann. Gerade wenn ein Wallach mit ungeklärter Hinterhandlahmheit in der Praxis oder Klinik vorgestellt wird, stellt sich die Frage, ob ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Kastration und Bewegungsstörung besteht.

In der Fachliteratur konnten nur vereinzelte Hinweise gefunden werden, wie sich die Kastration auf die Bewegung von Wallachen auswirkt. Gezielte Studien zu diesem Thema gibt es bisher nicht. Deshalb wurde mit dieser Arbeit der Versuch unternommen auf diesem Gebiet neue Erkenntnisse zu gewinnen, um Spekulationen einzugrenzen und Unklarheiten zu beseitigen.

Für die Studie standen insgesamt 21 Hengste zur Verfügung. Aufgrund der Rassenzugehörigkeit wurden zwei Gruppen gebildet: eine Isländergruppe mit 8 Pferden und eine Warmblütergruppe mit 13 Pferden. Die Hengste entstammten zweier Gestüte. Die Bewegung der Hengste wurde vor der Kastration durch eine subjektive (visuelle) Gangbeurteilung von denselben drei Fachleuten in den Gangarten Schritt und Trab bewertet. Außerdem erfolgte eine sogenannte objektive Gangbeurteilung mit einem speziellen Messsystem (marquis®-CKG). Mit diesem System konnten die Bewegungsparameter *Aufsetzen*, *Vorschwingen*, *Symmetrie Aufsetzen* und *Symmetrie Vorschwingen* der Hintergliedmaßen bestimmt und ausgewertet werden.

Nach der ersten subjektiven und objektiven Gangbeurteilung wurden die Hengste von der Autorin im Stehen kastriert. Die Begutachtung und Dokumentation des Wundheilungsverlaufs erfolgte durch Adspektion und Palpation. Um den Heilungsverlauf bewerten zu können, wurde ein

Wundheilungs-Index erstellt. Zirka eine Woche nach der Kastration fand die zweite Gangbeurteilung der Wallache mit subjektiver (visueller) und objektiver (CKG-Messung) Bewertung statt. Nachdem die Wundheilung einige Monate später sicher abgeschlossen war, wurden die Wallache erneut adspektorisch und palpatorisch auf Veränderungen untersucht. Zusätzlich wurde ein drittes Mal eine subjektive und objektive Gangbeurteilung durchgeführt. Ungefähr ein Jahr nach der Kastration erfolgte zum letzten Mal die subjektive Gangbeurteilung mit adspektorischer und palpatorischer Untersuchung der äußeren Geschlechtsorgane.

Die Auswertung des Wundheilungsverlaufs zeigte Unterschiede der beiden Pferdegruppen. Bei den Isländern war die Wundheilungsstörung und Schwellung des Präputiums zwischen dem 6. und 8. Tag nach der Kastration am stärksten, während bei den Warmblütern diese kritische Zeit zwischen dem 10. und 16. Tag lag. Auch der Schweregrad der Wundheilung des Skrotums und der Schwellung des Präputiums war entsprechend der Wundheilungsskala bei den Warmblütern beim Skrotum um 13 % und beim Präputium um 20 % höher als bei den Isländern.

Mit der objektiven Gangbeurteilung (CKG-Messung) konnte Nachfolgendes dokumentiert werden: Die Zusammenfassung der Einzelergebnisse der vier Bewegungsparameter *Aufsetzen*, *Vorschwingen*, *Symmetrie Aufsetzen* und *Symmetrie Vorschwingen* ergab, dass alle Pferde direkt nach der Kastration (nach OP) eine Verschlechterung der Bewegung erfahren haben. Bei den Warmblütern wirkte sich die Kastration nicht so gravierend auf die Lokomotion aus wie bei den Isländern. Nachdem die Kastrationswunde vollständig verheilt war (Kontroll-U1), verbesserte sich die Lokomotion wieder bei allen Pferden und kam mit 98 % fast auf das Ausgangsniveau wie vor der Kastration (100 %) zurück.

Die subjektive (visuelle) Gangbeurteilung brachte folgendes Ergebnis: Direkt nach der Kastration (nach OP) wurde eine Verschlechterung des Gangmusters bei allen Pferden festgestellt. Ausgehend von 100 % vor der

Kastration war die Verschlechterung bei den Isländern mit 69 % wesentlich ausgeprägter gegenüber den Warmblütern mit 95 %. Nach vollständiger Abheilung der Kastrationswunde (Kontroll-U1) gingen die Pferde wieder besser und übertrafen sogar die Bewertung vor der Kastration (Isländer 115 %; Warmblüter 129 %). Die letzte Beurteilung nach ungefähr einem Jahr (Kontroll-U2) zeigte eine weitere Verbesserung der Bewegung.

Wenn man die Ergebnisse der beiden Methoden zur Gangbeurteilung betrachtet und zusammenfasst, kann der Schluss gezogen werden, dass sich die Lokomotion der Pferde nur kurze Zeit direkt nach der Kastration verschlechterte. Einige Monate nach der Kastration bewegten sich die Wallache wieder uneingeschränkt. Anhaltende Bewegungsstörungen, die auf die Kastration zurückzuführen sind, konnten in dieser Studie und mit der hier verwendeten Operationsmethode nicht diagnostiziert werden.

7 Summary

The castration of a stallion is an important surgical procedure in equine medicine. As any major surgery, certain risks are associated with it. It has been repeatedly discussed, whether and to what extent such an operation may affect the locomotion of geldings. Especially when a gelding with an inexplicable lameness of the hindquarters is presented to a veterinary surgery or clinic, the question arises, whether there is a causal relationship between the castration and the movement disorder.

In specialist literature only little evidence could be found about how the castration affects the locomotion of geldings. So far, specific studies about this issue do not exist. Thus this dissertation tries to gain new insights while restricting speculations and eliminating ambiguities concerning this issue.

A total of 21 stallions were available for the study. They were split in groups of two different breeds: one group with 8 Icelandic horses and one group with 13 Warmbloods. The stallions originated from two studs. Prior to the castration, the gaits walk and trot were analysed subjectively (visually) by three experts. Furthermore, a so-called objective gait analysis was carried out using a special measuring system (marquis[®]-CKG). This system allows to determine and analyse the gait parameters of the hind legs: *how the hoof is placed on the ground, the forward move, whether the hooves are placed on the ground symmetrically and the symmetry of the forward move.*

Following the first subjective and objective gait analysis, the stallions were castrated by the author while standing. The wound healing process was reviewed and documented using the medical examination methods adspsection and palpation. In order to assess the healing process, a wound healing index was developed. About one week after the castration, the geldings were assessed subjectively (visually) and objectively for a second time (CKG-measuring). Some months later, after the wounds had healed completely, the geldings were once again examined visually and palpatory.

In addition, a third subjective and objective gait analysis was conducted. About one year after the castration, the last subjective gait analysis was carried out, including a visual and palpatory examination of the genitals.

The analysis of the wound healing process showed differences between the two groups of horses. The wound healing disorder and the swelling of the prepuce of the Icelandic horses was worst between the sixth and the eighth day following the castration, whereas the critical time for the Warmbloods was between the tenth and the sixteenth day. According to the wound healing index, the degree of severity concerning the wound healing of the scrotum and the swelling of the prepuce was also higher among the Warmbloods than among the Icelandic horses (13 % scrotum and 20 % prepuce).

By means of an objective gait analysis (CKG-measuring), the following could be documented: the evaluation of the individual results of the four gait parameters (*how the hoof is placed on the ground, the forward move, whether the hooves are placed on the ground symmetrically and the symmetry of the forward move*) revealed that all horses experienced an impairment of their locomotion directly after the castration (after the surgery). The locomotion of the Warmbloods was less affected by the castration than that of the Icelandic horses. After the castration wounds had completely healed (check-up U1), the locomotion of all horses improved again and - with 98 % - nearly reached the base level (100 %) prior to the castration.

The subjective (visual) gait analysis showed the following results: directly after the castration (after the surgery), the gait pattern of all horses had been impaired. Based on the figure of 100 % prior to the castration, the impairment among the Icelandic horses was with 69 % significantly higher compared to the Warmbloods with 95 %.

Following the complete healing of the castration wound (check-up U1), the horses' gait improved again and even exceeded the percentage prior to the castration (Icelandic horses 115 %, Warmbloods 129 %). The last analysis after approximately one year (check-up U2) revealed that the locomotion had improved even more.

Based on the results of both gait analysis methods, the conclusion can be drawn that the locomotion of the horses had only been impaired for a short time directly after the castration. Several months after the castration, the geldings showed unrestricted gaits. Persistent movement disorders resulting from the castration could not be diagnosed in this study based on the surgical method applied.

8 Literaturverzeichnis

ADAMS, O. R. (1989):

Lahmheit bei Pferden, Deutsche Lizenzausgabe der 4. Auflage

Verlag Schaper, Hannover

BLASS, W. und B. BRILL (2000):

Erfahrungen bei der Kastration des Hengstes im Stehen.

Der Praktische Tierarzt 81, 926-930

BUCHNER, F., J. KASTNER, D. GIRTLE, P. KÜBBER und P.F. KNEZEVIC (1992):

Die Hüftbewegung des Pferdes: vergleichende kinematische Untersuchung bei lahmfreien und spatlahmen Pferden.

Pferdeheilkunde 8, 23-30

BUCHNER, F., S. OBERMÜLLER und M. SCHEIDL (2003):

Die Lastverteilung bei der Lahmheit des Pferdes – Eine Analyse der Schwerpunktverteilung in Schritt und Trab.

Pferdeheilkunde 19, 491-499

BURKERT, B. (1997):

Die Kastration des stehenden Hengstes unter Berücksichtigung der von praktischen Tierärzten durchgeführten Methode.

Vet. Med. Diss., Leipzig

CARL, K. (2004):

Analyse der Kinematik von Rücken und Extremitäten bei gesunden und bei lahmen Pferden.

Diplomarbeit, Uni Jena

CZUPALLA, I. und H. GERHARDS (2013):

Narkoserisiko bei Pferden – Eine retrospektive Studie anhand von 1.989 Narkosen.

Pferdeheilkunde 29, 729-738

DÄMMRICH, K. (1993):

Wundheilungsverlauf. *In: Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.*

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2003):

Richtlinien für Reiten und Fahren.

11. Auflage, FN Verlag, Warendorf

ECHE, A.-F., C. SCHMIDT-OFF, W. CLAASSEN, K. HECZKO, C. GREMMES und S. GREMMES (2006):

Durch Verwachsung des Samenstranges hervorgerufene Hinterhandlahmheiten beim Pferd – eine Spätkomplikation der Kastration.

Pferdeheilkunde 22, 445-448

FALATURI, P. H. (1998):

Kenngrößen und Regeln der vierbeinigen Fortbewegung am Beispiel des Pferdes.

Diss., Uni Göttingen

FALATURI, P. H. (2001):

Computerkinematographie (CKG) als geeignetes Verfahren zur objektiven Bewegungsanalyse – Beschreibung der Ergebnisse.

Pferdeheilkunde 17, 30-41

GAISBAUER, G. (1997):

Zur Haftung des Tierarztes für misslungene Kastration am stehenden Pferd.

Tierärztliche Umschau 52, 44-45

GERHARDS, H. (2003):

Kastrationskomplikationen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung:
Chirurgische und forensische Betrachtungen.

Pferdeheilkunde 19, 37-44

GETMAN, L.M. (2009):

Review of Castration Complications: Strategies for Treatment in the Field.

Proceedings of the 55th Annual Convention of American Association of
Equine Practitioners, 374-378

GIRTLE, D. und J. KASTNER (1989):

Dokumentation der Kopf- und Hüftbewegung bei gesunden sowie
stützbeinlahmen Pferden im Schritt und Trab unter Verwendung zweier
kinematischer Messmethoden.

Aula veterinaria 69, 20-26

HÜBNER, A. (2006):

Quantifizierung von Störeffekten beim Vorführen des Pferdes durch
Untergrund und Biegung.

Magisterarbeit, Uni Jena

ISENBÜGEL, E. (1998):

Gangarten der Pferde. *In* Praxisorientierte Anatomie des Pferdes.

1. Auflage 1998, Verlag Schaper.

KELLER, H., U. HARTMANN (1996):

Komplikationsrate verschiedener Kastrationsverfahren beim Hengst.

Prakt. Tierarzt 77, 802-815

KILCOYNE, I., J. L. WATSON, P. H. KASS, S. J. SPIER (2013):

Incidence, management, and outcome of complications of castration in
equids: 324 cases (1998-2008).

J Am Vet Med Assoc 2013; 242: 820-825

KIRCHDORFER, A. (2009):

Ganz-Körper-Vibrationen bei Pferden: Bewertung eines neuartigen Bewegungs- und Untersuchungsstandes für Pferde.

Vet. Med. Diss., München

KÖHLER, H. (1990):

Die Wundheilung. *In*: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie.

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

KRELING, K. (2010):

Die natürliche Schiefe des Pferdes.

FFP Spezialheft, Herausgeber A. Lindner

LISCHER, C. (2013):

Wie erkennt man leichtgradige Lahmheiten.

22. Hufbeschlagtagung für Hufschmiede und Tierärzte, München.

MAASSEN, E. (2007):

Kastration beim Hengst: Behandlungsvergleich zwischen Phenylbutazon, Traumeel® und Kontrollgruppe.

Vet. Med. Diss., München

MARQUIS, H. (1999):

Messvorrichtung zur Lahmheitsdiagnostik und Bewegungsanalyse bei Pferden.

Vet. Med. Diss., München

MEZEROVA, J., R. KABES, Z. ZERT und S. KRISOVA (2001):

Darmvorfall nach Kastration bei vier Pferden.

Pferdeheilkunde 17, 235-240

MEZEROVA, J., Z. KRUPIL, B. SCHILLOVA, Z. ZERT (2004):

Kastration des Hengstes – primäre Wundheilung und Komplikationen.

Prakt. Tierarzt 85, 28-36

MÖLLER, H. (1890):

Die Lahmheiten. *In: Klinische Diagnostik der Äusseren Krankheiten der Haustiere mit besonderer Berücksichtigung der Lahmheiten des Pferdes.* Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 113 ff.

NAGY, Y. (2009):

Eine retrospektive Studie über Kastrationskomplikationen nach dem Klinikaufenthalt an der VUW.

Vet. Med. Mag., Wien

OVER, U. (2005):

Gangpferdereiten. *In: Handbuch Pferd.*

Verlagsgruppe Weltbild GmbH, Augsburg

PERREAUX, E. (2002):

Beobachtungen an asymmetrischen (schiefen) Pferden / Observations of asymmetrical horses. *In: The Farriers Journal* 96, 10-24

REININGER, E. (2002):

Erfassung der Beschleunigungen an den Pferdebeinen während eines Sprunges über ein Hindernis mit Anreit-, Absprung-, Lande- und Auslaufphase.

Vet. Med. Diss., München

RIJKENHUIZEN, A. (2013):

Wie findet man die Ursache von chronischen Lahmheiten.

22. Hufbeschlagtagung für Hufschmiede und Tierärzte, München

RÖCKEN, M., D. SCHARNER, K. GERLACH und J. FERGUSON (2002):

Laparoskopischer Nachweis und Verteilungsmuster intraabdominaler Adhäsionen beim chronisch rezidivierenden, nicht voroperierten Koliker.

Pferdeheilkunde 18, 574-578

RUESS, M. (2013):

Einfluss vitomechanischer Schwingungen auf das Musculoskeletalsystem bei Pferden.

Bachelorarbeit, Nürtingen

SCHEBITZ, H., W. BRASS, H.-J. WINTZER (1993):

Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

SCHER, L. M. (2013):

Vergleichsstudie zwischen den beiden präanästhetischen Sedationskombinationen Xylazin und Levomethadon sowie Xylazin und Butorphanol bezüglich der Qualität der Narkose und des komplikationslosen Verlaufs der Niederlege- und Aufstehphase bei der Allgemeinanästhesie von Pferden.

Vet. Med. Diss., München

SILBERSIEPE, E., E. BERGE und H. MÜLLER (1986):

Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane. *In*: Lehrbuch der speziellen Chirurgie für Tierärzte und Studierende 16. Auflage

Enke Verlag Stuttgart, 238- 263

STASHAK, T. S. (1989):

Lahmheit . *In* Adams' Lahmheit bei Pferden.

Verlag M & S Schaper, Hannover, 4. Auflage

STEINBRECHT, G. (1989):

Gymnasium des Pferdes.

FN Verlag, Warendorf, 14. Auflage

STEINMETZ, M. (2005):

Die Schiefe des Pferdes beeinflusst den gesamten Bewegungsapparat.

VETimpulse, 14. Jahrgang, Ausgabe 22, Veterinär Verlags GmbH

STODULKA, R. (2006):

Medizinische Reitlehre.

Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG

TOEPPER, P. und F. PERKUHN (1928):

Die Kastration der männlichen Haustiere.

Verlag Paul Parey, Berlin

TURNER, A. S. und C. W. MCILWRAITH (1983):

Praxis der Großtierchirurgie.

Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart

WISSDORF, H., H. GERHARDS und O. HARPS (1998):

Männliche Geschlechtsorgane mit Hodenhüllen und Harnröhre.

In: Praxisorientierte Anatomie des Pferdes.

Verlag M. & H. Schaper, Hannover, 1. Auflage

ZINDEL, W. (1945):

Die Kastration des Hengstes.

Vet. Med. Diss., Zürich

Danksagung

Herzlichen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. H. Gerhards aussprechen für die Betreuung meiner Arbeit, die freundliche Unterstützung und seine wertvollen Anregungen.

Dem Isländergestüt, namentlich Anja und Michael Lipp, danke ich für die Überlassung und professionelle Vorbereitung der Pferde sowie für die kompetente Hilfe bei der Durchführung der Gangbeurteilungen. Ebenso bedanke ich mich bei den engagierten und immer freundlichen Helfern des Gestüts Birkhof und dem Gestütsleiter Thomas Casper für das zur Verfügung stellen der Pferde.

Ein besonderer Dank gilt Dr. Parvis Falaturi, der mir mit seinem enormen Wissen über Pferdebewegung und seinem Sachverstand bei der Durchführung und Auswertung der Gangbeurteilungen zur Seite stand.

Meinem Mentor Dr. Helmut Marquis und seiner Ehefrau Ingrid möchte ich herzlich danken für die Umsetzung einer Idee, aus der diese Arbeit entstand.

Ein ganz besonderes Dankeschön gilt meinem Ehemann Axel für seine ermutigenden Worte und die unendliche Geduld.

9 Anhang

Wundheilung Isländer

Pferd 1



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 2



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 3



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 4



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 5



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 6



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 7



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Pferd 8



13.02.2013



22.03.2013



23.12.2013

Wundheilung Warmblüter**Pferd 10**

17.Dez.2012



4. Jan. 2013



30.Jan.2013



4.März2013



22.März 2013

Pferd 11



17. Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013

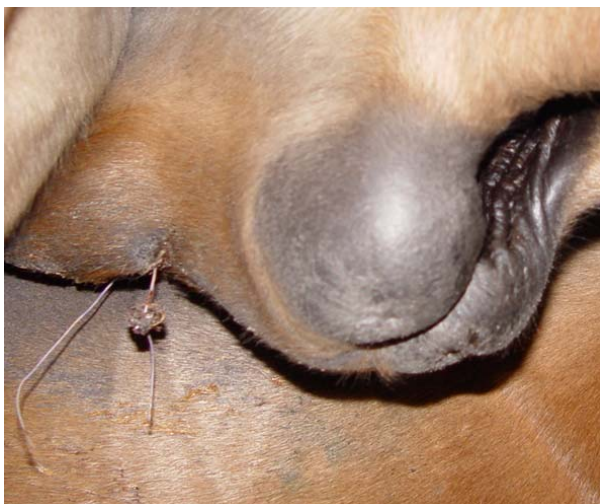


4.März 2013



22. März2013

Pferd 12



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März 2013



22.März2013

Pferd 13



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März2013



22. März 2013



16. April 2013

Pferd 14



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März 2013



22.März 2013

Pferd 15



17. Dez. 2012



04. Jan. 2013



30. Jan. 2013



04. März 2013



22. März 2013



30. Okt. 2013

Pferd 16



17.Dez. 2012



4.Jan.2013



4.März 2013



30.Jan.2013



22. März 2013

Pferd 17



17.Dez.2012



4.Jan.2013



22. März 2013

Pferd 18



17.Dez.2012



4. Jan.2013



30. Jan.2013



4.März 2013



22. März 2013

Pferd 21



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März 2013



22. März2013

Pferd 22



17.Dez.2012



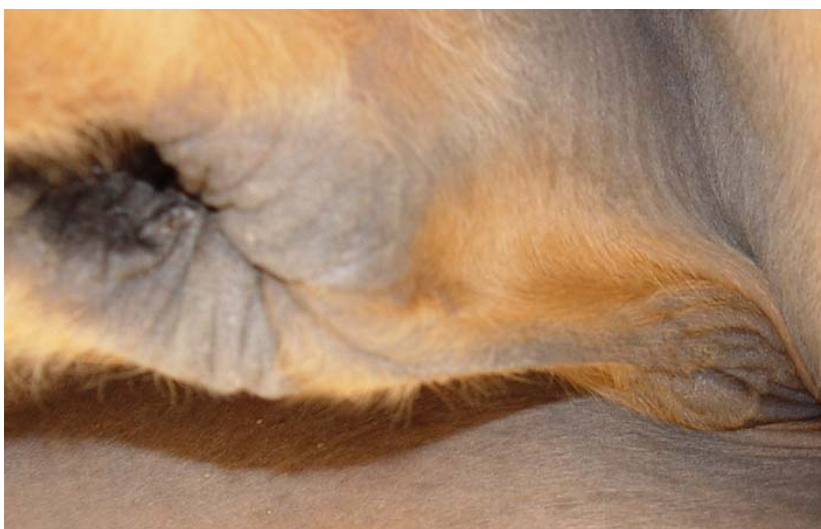
4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März 2013



22. März 2013

Pferd 23



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März2013



22. März 2013

Pferd 24



17.Dez.2012



4.Jan.2013



30.Jan.2013



4.März 2013



22. März 2013

Isländer

Statistiktext	schritt auf hl	schritt auf hr	schritt vor hl	schritt vor hr	zyklusdauer schritt
Pferd 1	7,33	6,35	-1	-1,14	1,049
Pferd 2	3,72	4,43	-0,73	-0,56	1,153
Pferd 3	6,85	7,5	-0,97	-1,38	0,988
Pferd 4	7,5	7,91	-1,18	-0,94	0,907
Pferd 5	5,8	7,53	-1,3	-1,57	0,954
Pferd 6	7,04	7,41	-0,78	-0,75	0,99
Pferd 7	6,77	6,29	-1,1	-1,36	0,944
Pferd 8	7,63	7,61	-1,37	-1,13	1,01

Statistiktext	trab auf hl	trab auf hr	trab vor hl	trab vor hr	zyklusdauer trab
Pferd 1	14,14	14,31	-2,28	-4,27	0,557
Pferd 2	14,14	13,73	-3,9	-2,54	0,521
Pferd 3	18,42	19,92	-2,21	-1,99	0,536
Pferd 4	11,05	10,81	-3,83	-4,12	0,545
Pferd 5	13,52	18,09	-2,64	-3,45	0,533
Pferd 6	11,65	12,27	-3,71	-3,02	0,544
Pferd 7	10,34	12,84	-3,13	-3,83	0,558
Pferd 8	16,77	17,34	-3,77	-2,15	0,533

Statistiktext	mw schritt auf	mw schritt vor	mw schritt_op auf	mw schritt_op vor	mw schritt_ct auf
Pferd 1	6,84	-1,07	4,695	-0,815	6,635
Pferd 2	4,075	-0,645	3,815	-1,055	7,165
Pferd 3	7,175	-1,175	4,2	-0,92	7,36
Pferd 4	7,705	-1,06	4,85	-0,7	6,54
Pferd 5	6,665	-1,435	5,535	-1,115	8,38
Pferd 6	7,225	-0,765	4,215	-0,725	6,09
Pferd 7	6,53	-1,23	3,71	-0,8	7,56
Pferd 8	7,62	-1,25	6,17	-1,33	9,595

Statistiktext	MW schritt auf	MW schritt vor	MW schritt_op auf	MW schritt_op vor	MW schritt_ct auf
Pferd 1	7,17516	-1,12243	4,868715	-0,845155	7,13926
Pferd 2	4,698475	-0,743685	3,811185	-1,053945	6,727935
Pferd 3	7,0889	-1,1609	4,116	-0,9016	7,99296
Pferd 4	6,988435	-0,96142	5,0925	-0,735	7,2594
Pferd 5	6,35841	-1,36899	5,363415	-1,080435	8,12022
Pferd 6	7,15275	-0,75735	4,13913	-0,71195	6,04128
Pferd 7	6,16432	-1,16112	3,8213	-0,824	7,7868
Pferd 8	7,6962	-1,2625	6,4168	-1,3832	9,182415

Warmblüter

Statistiktext	schritt auf hl	schritt auf hr	schritt vor hl	schritt vor hr	zyklusdauer schritt
Pferd 10	4,64	4,26	-1,15	-1,21	1,17
Pferd 11	6	6,66	-0,68	-1	1,205
Pferd 12	6,5	6,03	-0,83	-0,88	1,128
Pferd 13	4,49	5,17	-0,78	-0,6	1,196
Pferd 14	5,57	4,63	-0,75	-0,71	1,24
Pferd 15	4,1	5,21	-1,09	-1,16	1,26
Pferd 16	4,91	5,88	-1,17	-1,35	1,21
Pferd 17	4,4	3,78	-1,74	-2	1,22
Pferd 18	5,11	5,97	-1,11	-1,48	1,18
Pferd 21	4,92	5,59	-1	-1,68	1,08
Pferd 22	3,24	4,68	-1,19	-0,95	1,12
Pferd 23	5,1	5,4	-1,34	-1,37	1,11
Pferd 24	2,71	3,03	-0,49	-0,71	1,126

Statistiktext	trab auf hl	trab auf hr	trab vor hl	trab vor hr	zyklusdauer trab
Pferd 10	7,96	6,41	-0,31	-0,5	0,774
Pferd 11	14,46	16,31	-1,05	-1,22	0,769
Pferd 12	15,45	15,39	-0,91	-0,64	0,722
Pferd 13	12,91	11,21	-0,71	-0,99	0,808
Pferd 14	14,29	15,29	-0,86	-1,07	0,673
Pferd 15	9,69	9,42	-0,72	-0,6	0,813
Pferd 16	9,97	9,93	-0,54	-0,7	0,807
Pferd 17	9,51	9,88	-1,69	-1,89	0,785
Pferd 18	11,6	18,1	-0,7	-1,17	0,752
Pferd 21	7,45	8,56	-1,16	-1,13	0,65
Pferd 22	5,7	7,88	-1,25	-0,95	0,668
Pferd 23	10,57	10,72	-1,02	-1,38	0,701
Pferd 24	10,73	11,86	-0,82	-0,64	0,669

Statistiktext	schritt auf hl	schritt auf hr	schritt vor hl	schritt vor hr	zyklusdauer schritt
Pferd 10	4,64	4,26	-1,15	-1,21	1,17
Pferd 11	6	6,66	-0,68	-1	1,205
Pferd 12	6,5	6,03	-0,83	-0,88	1,128
Pferd 13	4,49	5,17	-0,78	-0,6	1,196
Pferd 14	5,57	4,63	-0,75	-0,71	1,24
Pferd 15	4,1	5,21	-1,09	-1,16	1,26
Pferd 16	4,91	5,88	-1,17	-1,35	1,21
Pferd 17	4,4	3,78	-1,74	-2	1,22
Pferd 18	5,11	5,97	-1,11	-1,48	1,18
Pferd 21	4,92	5,59	-1	-1,68	1,08
Pferd 22	3,24	4,68	-1,19	-0,95	1,12
Pferd 23	5,1	5,4	-1,34	-1,37	1,11
Pferd 24	2,71	3,03	-0,49	-0,71	1,126

Isländer	HL	Schritt		
P1		7,33	4,67	6,8
P2		3,72	4,05	7,03
P3		6,85	3,85	7,24
P4		7,5	3,85	6
P5		5,8	5,21	8,89
P6		7,04	3,79	5,43
P7		6,77	3,71	7,7
P8		7,63	6,02	7,93
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	
Mittelwert	6,58	4,39375	7,1275	
Standardabw	1,28840987	0,83911412	1,09285668	

Isländer	HR	Schritt		
P1		6,35	4,72	6,47
P2		4,43	3,58	7,3
P3		7,5	4,55	7,48
P4		7,91	5,85	7,08
P5		7,53	5,86	7,87
P6		7,41	4,64	6,75
P7		6,29	4,25	7,42
P8		7,61	6,32	11,26
	vor OP	nach OP	Kontroll- U1	
Mittelwert	6,87875	4,97125	7,70375	
Standardabw	1,15344747	0,94015861	1,5018554	

Isländer	HL	Trab		
P1		14,14	8,34	9,04
P2		14,14	8,75	14,65
P3		18,42	7,43	10,22
P4		11,05	5,94	11,1
P5		13,52	7,09	12,16
P6		11,65	4,96	11,27
P7		10,34	8,04	14,63
P8		16,77	6,95	10,45
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	
Mittelwert	13,75375	7,1875	11,69	
Standardabw	2,79321595	1,26147023	2,03089002	

Isländer	HR	Trab		
P1		14,31	10,23	10,57
P2		13,73	8,1	14,92
P3		19,92	8,49	15,46
P4		10,81	8,11	11,58
P5		18,09	6,78	13,2
P6		12,27	6,18	15,31
P7		12,84	10,27	14,88
P8		17,34	13,57	15,25
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	
Mittelwert	14,91375	8,96625	13,89625	
Standardabw	3,18330887	2,35264555	1,89759952	

MW	Schritt	Aufsetzen	HL+HR/2
P1	6,84	4,695	6,635
P2	4,075	3,815	7,165
P3	7,175	4,2	7,36
P4	7,705	4,85	6,54
P5	6,665	5,535	8,38
P6	7,225	4,215	6,09
P7	6,53	3,71	7,56
P8	7,62	6,17	9,595
P10	4,45	5,16	7,73
P11	6,33	7,625	10,51
P12	6,265	9,19	10,545
P13	4,83	8,26	14,365
P14	5,1	5,815	6,295
P15	4,655	4,58	6,33
P16	5,395	4,905	7,71
P17	4,09	4,61	7,315
P18	5,54	8,38	8,685
P21	5,255	5,79	8,34
P22	3,96	6,765	12
P23	5,25	5,87	13,005
P24	2,87	5,79	6,955
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	5,61071429	5,71095238	8,52904762
Median	5,395	5,535	7,71
Standardabw	1,34602961	1,55124274	2,32479495

MW	Trab	Aufsetzen	HL+HR/2
P1	14,225	9,285	9,805
P2	13,935	8,425	14,785
P3	19,17	7,96	12,84
P4	10,93	7,025	11,34
P5	15,805	6,935	12,68
P6	11,96	5,57	13,29
P7	11,59	9,155	14,755
P8	17,055	10,26	12,85
P10	7,185	12,185	16,12
P11	15,385	18,72	23,17
P12	15,42	15,785	23,035
P13	12,06	17,7	37,905
P14	14,79	15,705	15,92
P15	9,555	12,81	20,63
P16	9,95	14,4	18,38
P17	9,695	11,515	18,205
P18	14,85	22,235	21,46
P21	8,005	10,495	17,055
P22	6,79	11,61	17,425
P23	10,645	13,15	25,005
P24	11,295	10,105	14,085
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	12,395	11,9538095	17,6542857
Median	11,96	11,515	16,12
Standardabw	3,32680515	4,35397032	6,22234025

Warmblüter	Aufsetzen	HL	Schritt
P10	4,64	4,63	6,26
P11	6	6,61	10,01
P12	6,5	8,88	9,66
P13	4,49	7,17	11,95
P14	5,57	5,69	6,87
P15	4,1	4,04	5,06
P16	4,91	4,66	7,92
P17	4,4	4,91	5,34
P18	5,11	7,18	8,01
P21	4,92	6,23	8,24
P22	3,24	7,07	10,94
P23	5,1	5,42	12,12
P24	2,71	6,44	6,1
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	4,74538462	6,07153846	8,34461538
Standardabw	1,0275425	1,35053598	2,41816258

Warmblüter	Aufsetzen	HR	Schritt
P10	4,26	5,69	9,2
P11	6,66	8,64	11,01
P12	6,03	9,5	11,43
P13	5,17	9,35	16,78
P14	4,63	5,94	5,72
P15	5,21	5,12	7,6
P16	5,88	5,15	7,5
P17	3,78	4,31	9,29
P18	5,97	9,58	9,36
P21	5,59	5,35	8,44
P22	4,68	6,46	13,06
P23	5,4	6,32	13,89
P24	3,03	5,14	7,81
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	5,09923077	6,65769231	10,0838462
Standardabw	1,00586167	1,90534404	3,06253582

Warmblüter	Symmetrie	Aufsetzen	Schritt %
Nr.10	8	18,62	31,95
Nr.11	9,9	23,49	9,08
Nr.12	7,2	6,52	15,48
Nr.13	13,15	23,31	28,78
Nr.14	16,87	4,2	16,73
Nr.15	21,3	21,09	33,42
Nr.16	16,49	9,51	5,3
Nr.17	14,09	12,21	42,51
Nr.18	14,4	25,05	14,42
Nr.21	11,98	14,12	2,36
Nr.22	30,76	8,62	16,23
Nr.23	5,55	14,24	12,23
Nr.24	10,56	20,18	21,89
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

Warmblüter	Symmetrie	Aufsetzen	Trab %
Nr.10	19,47	29,22	17,75
Nr.11	12,34	45,28	30,87
Nr.12	0,38	14,4	26,34
Nr.13	13,16	0,45	19,24
Nr.14	6,54	22,03	27,42
Nr.15	2,7	24,03	26,78
Nr.16	0,41	21,61	1,64
Nr.17	3,7	29,02	28,41
Nr.18	35,91	9,87	2,84
Nr.21	12,96	14,57	21,87
Nr.22	27,66	46,12	30
Nr.23	1,399	36,44	42,68
Nr.24	9,52	14,75	18,37
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

Warmblüter	Aufsetzen	HL	Trab
P10	7,96	10,1	14,55
P11	14,46	13,24	18,94
P12	15,45	14,56	19,54
P13	12,91	17,74	33,87
P14	14,29	13,76	13,39
P15	9,69	11,06	17,44
P16	9,97	12,61	18,53
P17	9,51	9,56	15,19
P18	11,6	21,08	21,15
P21	7,45	9,67	14,96
P22	5,7	8,13	14,35
P23	10,57	10,22	18,22
P24	10,73	10,91	12,66
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	10,8172727	12,8645455	18,3554545
Standardabw	2,9044559	3,63745438	5,4596648

Warmblüter	Aufsetzen	HR	Trab
P10	6,41	14,27	17,69
P11	16,31	24,2	27,4
P12	15,39	17,01	26,53
P13	11,21	17,66	41,94
P14	15,29	17,65	18,45
P15	9,42	14,56	23,82
P16	9,93	16,19	18,23
P17	9,88	13,47	21,22
P18	18,1	23,39	21,77
P21	8,56	11,32	19,15
P22	7,88	15,09	20,5
P23	10,72	16,08	31,79
P24	11,86	9,3	15,51
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	11,6123077	16,1684615	23,3846154
Standardabw	3,58145956	4,15443307	7,18831994

Aufsetzen	Trab						
Warmblüter	HL	HR	HL	HR	HL	HR	
Nr.10	7,96	6,41	10,1	14,27	14,55	17,69	
Nr.11	14,46	16,31	13,24	24,2	18,94	27,4	
Nr.12	15,45	15,39	14,56	17,01	19,54	26,53	
Nr.13	12,91	11,21	17,74	17,66	33,87	41,94	
Nr.14	14,29	15,29	13,76	17,65	13,39	18,45	
Nr.15	9,69	9,42	11,06	14,56	17,44	23,82	
Nr.16	9,97	9,93	12,61	16,19	18,53	18,23	
Nr.17	9,51	9,88	9,56	13,47	15,19	21,22	
Nr.18	11,6	18,1	21,08	23,39	21,15	21,77	
Nr.21	7,45	8,56	9,67	11,32	14,96	19,15	
Nr.22	5,7	7,88	8,13	15,09	14,35	20,5	
Nr.23	10,57	10,72	10,22	16,08	18,22	31,79	
Nr.24	10,73	11,86	10,91	9,3	12,66	15,51	
	vor OP	vor OP	nach OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U1	

Isländer und Differenz	Warmblüter Symmetrie	HR - HL Schritt	
P1	-0,98	0,05	-0,33
P2	0,71	-0,47	0,27
P3	0,65	0,7	0,24
P4	0,41	2	1,08
P5	1,73	0,65	-1,02
P6	0,37	0,85	1,32
P7	-0,48	0,54	-0,28
P8	-0,02	0,3	3,33
P10	-0,38	1,06	2,94
P11	0,66	2,03	1
P12	-0,47	0,62	1,77
P13	0,68	2,18	4,83
P14	-0,94	0,25	-1,15
P15	1,11	1,08	2,54
P16	0,97	0,49	-0,42
P17	-0,62	-0,6	3,95
P18	0,86	2,4	1,35
P21	0,67	-0,88	0,2
P22	1,44	-0,61	2,12
P23	0,3	0,9	1,77
P24	0,32	-1,3	1,71
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

Isländer	Mittelwert	0,29875	0,5775	0,57625
	Standardabw	0,81955454	0,71433786	1,34692176
		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Warmblüter	Mittelwert	0,35384615	0,58615385	1,73923077
	Standardabw	0,7377391	1,19548831	1,6519759

Isländer und Differenz	Warmblüter Symmetrie	HR - HL Trab	
P1	0,17	1,89	1,53
P2	-0,41	-0,65	0,27
P3	1,5	1,06	5,24
P4	-0,24	-2,94	0,48
P5	4,57	-0,31	1,04
P6	0,62	1,22	4,08
P7	2,5	2,23	0,25
P8	0,57	6,62	4,8
P10	-1,55	4,17	3,14
P11	0,66	10,96	8,46
P12	-0,47	2,45	6,99
P13	0,68	0,08	8,07
P14	-0,94	3,89	5,06
P15	1,11	3,5	6,38
P16	0,97	3,58	-0,3
P17	-0,62	3,91	6,03
P18	0,86	2,31	0,62
P21	0,67	1,65	4,19
P22	1,44	6,96	6,15
P23	0,3	5,86	13,57
P24	0,32	-1,61	2,85
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

Isländer	Mittelwert	1,16	1,14	2,21125
	Standardabw	1,67263693	2,77094105	2,13191019

Warmblüter	Mittelwert	0,26384615	3,67	5,47769231
	Standardabw	0,89031398	3,12706199	3,60715759
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	

Vorschwingen			
	Schritt	HL	
Isländer			
P1	-1	-0,78	-0,78
P2	-0,73	-1,01	-1,65
P3	-0,97	-0,8	-1,58
P4	-1,18	-0,66	-1,15
P5	-1,3	-1	-1,17
P6	-0,78	-0,69	-0,96
P7	-1,1	-0,8	-1,24
P8	-1,37	-1,16	-2,24
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	-1,05375	-0,8625	-1,34625
Standardabw	0,22940529	0,17507141	0,46235229

Vorschwingen			
	Schritt	HR	
Isländer			
P1	-1,14	-0,85	-0,92
P2	-0,56	-1,1	-1,61
P3	-1,38	-1,04	-1,05
P4	-0,94	-0,74	-1,1
P5	-1,57	-1,23	-1,39
P6	-0,75	-0,76	-0,92
P7	-1,36	-0,85	-1,81
P8	-1,13	-1,5	-2,17
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	-1,10375	-1,00875	-1,37125
Standardabw	0,33995535	0,26297406	0,45855168

Vorschwingen			
	Trab	HL	
Isländer			
P1	-2,28	-1,26	-1,7
P2	-3,9	-2,8	-4,41
P3	-2,21	-1,45	-2,11
P4	-3,83	-3,22	-3,87
P5	-2,64	-1,74	-2,25
P6	-3,71	-1,5	-1,9
P7	-3,13	-2,15	-3,84
P8	-3,77	-2,69	-3,04
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	-3,18375	-2,10125	-2,89
Standardabw	0,71860853	0,72827462	1,04266143

Vorschwingen			
	Trab		HR
Isländer			
P1	-4,27	-1,89	-1,76
P2	-2,54	-2,44	-3,2
P3	-1,99	-1,65	-1,31
P4	-4,12	-2,44	-3,77
P5	-3,45	-2,43	-2
P6	-3,02	-1,46	-2,04
P7	-3,83	-2,22	-3,83
P8	-2,15	-1,55	-3,02
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Mittelwert	-3,17125	-2,01	-2,61625
Standardabw	0,88468618	0,42230659	0,960609

Vorschwingen							
Schritt							
Isländer	HL	HR	HL	HR	HL	HR	
P1	-1	-1,14	-0,78	-0,85	-0,78	-0,92	
P2	-0,73	-0,56	-1,01	-1,1	-1,65	-1,61	
P3	-0,97	-1,38	-0,8	-1,04	-1,58	-1,05	
P4	-1,18	-0,94	-0,66	-0,74	-1,15	-1,1	
P5	-1,3	-1,57	-1	-1,23	-1,17	-1,39	
P6	-0,78	-0,75	-0,69	-0,76	-0,96	-0,92	
P7	-1,1	-1,36	-0,8	-0,85	-1,24	-1,81	
P8	-1,37	-1,13	-1,16	-1,5	-2,24	-2,17	
	vor OP	vor OP	nach OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U1	

Vorschwingen							
Trab							
Isländer	HL	HR	HL	HR	HL	HR	
P1	-2,28	-4,27	-1,26	-1,89	-1,7	-1,76	
P2	-3,9	-2,54	-2,8	-2,44	-4,41	-3,2	
P3	-2,21	-1,99	-1,45	-1,65	-2,11	-1,31	
P4	-3,83	-4,12	-3,22	-2,44	-3,87	-3,77	
P5	-2,64	-3,45	-1,74	-2,43	-2,25	-2	
P6	-3,71	-3,02	-1,5	-1,46	-1,9	-2,04	
P7	-3,13	-3,83	-2,15	-2,22	-3,84	-3,83	
P8	-3,77	-2,15	-2,69	-1,55	-3,04	-3,02	
	vor OP	vor OP	nach OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U1	

MW	Vorschwingen		HL+HR/2
	Schritt		
P1	-1,07	-0,815	-0,85
P2	-0,645	-1,055	-1,63
P3	-1,175	-0,92	-1,315
P4	-1,06	-0,7	-1,125
P5	-1,435	-1,115	-1,28
P6	-0,765	-0,725	-0,94
P7	-1,23	-0,8	-1,525
P8	-1,25	-1,33	-2,205
P10	-1,18	-0,805	-1,045
P11	-0,84	-0,905	-1,015
P12	-0,855	-0,69	-1,02
P13	-0,69	-0,64	-0,9
P14	-0,73	-0,805	-0,86
P15	-1,125	-1,01	-1,165
P16	-1,26	-1,2	-1,35
P17	-1,87	-1,475	-1,905
P18	-1,295	-1,26	-1,19
P21	-1,34	-1,43	-1,24
P22	-1,07	-1,045	-1,085
P23	-1,355	-0,815	-0,825
P24	-0,6	-0,58	-0,385
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

MW	Vorschwingen		HL+HR/2
	Trab		
P1	-3,275	-1,575	-1,73
P2	-3,22	-2,62	-3,805
P3	-2,1	-1,55	-1,71
P4	-3,975	-2,83	-3,82
P5	-3,045	-2,085	-2,125
P6	-3,365	-1,48	-1,97
P7	-3,48	-2,185	-3,835
P8	-2,96	-2,12	-3,03
P10	-0,405	-0,695	-0,83
P11	-1,135	-1,24	-0,955
P12	-0,775	-0,88	-0,715
P13	-0,85	-0,79	-0,835
P14	-0,965	-0,58	-0,705
P15	-0,66	-0,545	-0,36
P16	-0,62	-0,905	-0,865
P17	-1,79	-1,075	-1,4
P18	-0,935	-0,96	-0,84
P21	-1,145	-1,1	-0,865
P22	-1,1	-1,13	-0,805
P23	-1,2	-0,72	-0,83
P24	-0,73	-0,69	-0,755
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1

	Vorschwingen		
	Schritt	HL	
Warmblüter			
P10	-1,15	-0,92	-1,08
P11	-0,68	-0,79	-1,1
P12	-0,83	-0,53	-0,89
P13	-0,78	-0,7	-0,8
P14	-0,75	-0,77	-0,84
P15	-1,09	-1,01	-1,26
P16	-1,17	-1,05	-1,49
P17	-1,74	-1,6	-1,65
P18	-1,11	-0,93	-1,24
P21	-1	-1,19	-0,92
P22	-1,19	-1,15	-1,01
P23	-1,34	-0,81	-0,84
P24	-0,49	-0,63	-0,36
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
	-	-	-
Mittelwert	1,02461538	0,92923077	1,03692308
Standardabw	0,32472079	0,28111272	0,32988343

	Vorschwingen		
	Schritt	HR	
Warmblüter			
P10	-1,21	-0,69	-1,01
P11	-1	-1,02	-0,93
P12	-0,88	-0,85	-1,15
P13	-0,6	-0,58	-1
P14	-0,71	-0,84	-0,88
P15	-1,16	-1,01	-1,07
P16	-1,35	-1,35	-1,21
P17	-2	-1,35	-2,16
P18	-1,48	-1,59	-1,14
P21	-1,68	-1,67	-1,56
P22	-0,95	-0,94	-1,16
P23	-1,37	-0,82	-0,81
P24	-0,71	-0,53	-0,41
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
	-	-	-
Mittelwert	1,16153846	1,01846154	1,11461538
Standardabw	0,41107271	0,36692066	0,40913762

	Vorschwingen		
	Trab	HL	
Warmblüter			
P10	-0,31	-0,94	-0,67
P11	-1,05	-1,14	-1,02
P12	-0,91	-0,8	-0,76
P13	-0,71	-0,59	-0,83
P14	-0,86	-0,58	-0,7
P15	-0,72	-0,47	-0,33
P16	-0,54	-0,97	-0,92
P17	-1,69	-1,15	-1,19
P18	-0,7	-0,9	-0,76
P21	-1,16	-1,09	-0,85
P22	-1,25	-1,01	-0,74
P23	-1,02	-0,69	-0,65
P24	-0,82	-0,58	-0,7
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
	-	-	-
Mittelwert	0,90307692	0,83923077	0,77846154
Standardabw	0,3470443	0,23570679	0,20399535

	Vorschwingen		
	Trab	HR	
Warmblüter			
P10	-0,5	-0,45	-0,99
P11	-1,22	-1,34	-0,89
P12	-0,64	-0,96	-0,67
P13	-0,99	-0,99	-0,84
P14	-1,07	-0,58	-0,71
P15	-0,6	-0,62	-0,39
P16	-0,7	-0,84	-0,81
P17	-1,89	-1	-1,61
P18	-1,17	-1,02	-0,92
P21	-1,13	-1,11	-0,88
P22	-0,95	-1,25	-0,87
P23	-1,38	-0,75	-1,01
P24	-0,64	-0,8	-0,81
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1
	-	-	-
Mittelwert	0,99076923	0,90076923	0,87692308
Standardabw	0,38689924	0,26071893	0,27204119

Vorschwingen

Warmblüter	Schritt							
	HL	HR	HL	HR	HL	HR		
P10	-1,15		-1,21	-0,92	-0,69		-1,08	-1,01
P11	-0,68		-1	-0,79	-1,02		-1,1	-0,93
P12	-0,83		-0,88	-0,53	-0,85		-0,89	-1,15
P13	-0,78		-0,6	-0,7	-0,58		-0,8	-1
P14	-0,75		-0,71	-0,77	-0,84		-0,84	-0,88
P15	-1,09		-1,16	-1,01	-1,01		-1,26	-1,07
P16	-1,17		-1,35	-1,05	-1,35		-1,49	-1,21
P17	-1,74		-2	-1,6	-1,35		-1,65	-2,16
P18	-1,11		-1,48	-0,93	-1,59		-1,24	-1,14
P21	-1		-1,68	-1,19	-1,67		-0,92	-1,56
P22	-1,19		-0,95	-1,15	-0,94		-1,01	-1,16
P23	-1,34		-1,37	-0,81	-0,82		-0,84	-0,81
P24	-0,49		-0,71	-0,63	-0,53		-0,36	-0,41
	vor OP	vor OP	nach OP	nach OP	Kontroll-U1		Kontroll-U1	

Vorschwingen

Warmblüter	Trab							
	HL	HR	HL	HR	HL	HR		
P10	-0,31		-0,5	-0,94	-0,45		-0,67	-0,99
P11	-1,05		-1,22	-1,14	-1,34		-1,02	-0,89
P12	-0,91		-0,64	-0,8	-0,96		-0,76	-0,67
P13	-0,71		-0,99	-0,59	-0,99		-0,83	-0,84
P14	-0,86		-1,07	-0,58	-0,58		-0,7	-0,71
P15	-0,72		-0,6	-0,47	-0,62		-0,33	-0,39
P16	-0,54		-0,7	-0,97	-0,84		-0,92	-0,81
P17	-1,69		-1,89	-1,15	-1		-1,19	-1,61
P18	-0,7		-1,17	-0,9	-1,02		-0,76	-0,92
P21	-1,16		-1,13	-1,09	-1,11		-0,85	-0,88
P22	-1,25		-0,95	-1,01	-1,25		-0,74	-0,87
P23	-1,02		-1,38	-0,69	-0,75		-0,65	-1,01
P24	-0,82		-0,64	-0,58	-0,8		-0,7	-0,81
	vor OP	vor OP	nach OP	nach OP	Kontroll-U1		Kontroll-U1	

Differenz Vorschwingen HR - HL
Schritt

P1	0,14	0,07	0,14
P2	-0,17	0,09	-0,04
P3	0,41	0,24	-0,53
P4	-0,24	0,08	-0,05
P5	0,27	0,23	0,22
P6	0,03	0,07	-0,04
P7	0,26	0,05	0,57
P8	-0,24	0,34	-0,07
P10	0,06	-0,23	-0,07
P11	0,32	0,49	-0,17
P12	0,05	0,32	0,26
P13	-0,18	-0,12	0,2
P14	-0,04	0,07	0,04

P15	0,07	0,14	-0,19	
P16	0,18	0,3	-0,28	
P17	0,26	-0,25	0,51	
P18	0,37	0,66	-0,1	
P21	0,68	0,48	0,64	
P22	-0,24	-0,21	0,15	
P23	0,03	0,01	-0,03	
P24	0,22	-0,1	0,05	
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	
Isländer	Median	0,085	0,085	-0,04
	Mittelwert	0,0575	0,14625	0,025
	Standardabw	0,25262903	0,10809222	0,31153995
Warmblüter	Median	0,07	0,07	0,04
	Mittelwert	0,13692308	0,12	0,07769231
	Standardabw	0,24322091	0,30547777	0,27151286
		vor OP	nach OP	Kontroll-U1
Differenz	Vorschwingen	HR -HL		
		Trab		
P1	1,99	0,63	0,06	
P2	-1,36	0,36	-1,21	
P3	-0,22	0,2	-0,8	
P4	0,29	-0,78	-0,1	
P5	0,81	0,69	-0,25	
P6	-0,69	-0,04	0,14	
P7	0,7	0,07	0,01	
P8	-1,62	-1,14	-0,02	
P10	0,19	-0,49	0,32	
P11	0,17	0,2	-0,13	
P12	-0,27	0,16	-0,09	
P13	0,28	0,4	0,01	
P14	0,21	0	0,01	
P15	-0,12	0,15	0,06	
P16	0,16	-0,13	-0,11	
P17	0,2	-0,15	0,42	
P18	0,47	0,12	0,16	
P21	-0,03	0,02	0,03	
P22	-0,3	0,24	0,13	
P23	0,36	0,06	0,36	
P24	-0,18	0,22	0,11	
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	
Isländer	Mittelwert	-0,0125	-0,00125	-0,27125
	Standardabw	1,2063848	0,64995467	0,47983442
Warmblüter	Mittelwert	0,08769231	0,06153846	0,09846154
	Standardabw	0,24396563	0,22412222	0,17766289
		vorOP	nach OP	Kontroll-U1

	Schritt			
P1	4	3	5	5
P2	2	2	4	5
P3	3	2	3	4
P4	3	2	3	4
P5	4	2	3	4
P6	3	2	3	2
P7	3	3	4	5
P8	4	2	5	5
P10	3	2	5	Warmblüter
P11	3	3	4	5
P12	3	3	3	4
P13	3	2	4	5
P14	3	3	4	3
P15	4	3	4	5
P16	3	3	4	4
P17	4	3	5	
P18	3	4	4	
P21	3	3	4	
P22	3	2	3	
P23	3	4	5	
P24	3	4	4	
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
Mittelwert	3,19047619	2,71428571	3,95238095	
Standardabw.	0,51176632	0,71713717	0,74001287	

	Schritt			
	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
Isländer				
Mittelwert	3,25	2,25	3,75	4,25
Standardabw.	0,70710678	0,46291005	0,88640526	1,03509834
Warmblüter				
Mittelwert	3,15384615	3	4,07692308	4,33333333
Standardabw.	0,37553381	0,70710678	0,64051262	0,81649658

	Trab			
P1	3	2	5	5
P2	3	2	5	4
P3	3	2	3	5
P4	3	3	4	4
P5	2	3	3	4
P6	3	3	3	3
P7	3	3	5	4
P8	4	2	5	5
P10	4	2	5	Warmblüter
P11	3	3	4	5
P12	3	3	4	4
P13	3	3	4	4
P14	3	2	4	4
P15	3	2	5	5
P16	3	3	5	5
P17	3	2	5	
P18	3	4	5	

P21	3	3	5
P22	3	3	4
P23	3	4	5
P24	3	4	5

	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
Mittelwert	3,04761905	2,76190476	4,42857143	
Standardabw	0,38421224	0,70034005	0,74642003	

Trab

Isländer	vor OP	nach OP	Kontroll-U1	Kontroll-U2
Mittelwert	3	2,5	4,125	4,25
Standardabw.	0,53452248	0,53452248	0,99103121	0,70710678

Warmblüter

Mittelwert	3,07692308	2,92307692	4,61538462	4,5
Standardabw.	0,2773501	0,75955453	0,50636968	0,54772256

	diff schritt auf	diff schritt vor	diff schritt_op auf	diff schritt_op vor	diff schritt_ct auf
Pferd 1	0,98	0,14	0,05	0,07	0,33
Pferd 2	-0,71	0,17	0,47	0,09	0,27
Pferd 3	0,65	0,41	0,7	0,24	0,24
Pferd 4	0,41	0,24	2	0,08	1,08
Pferd 5	1,73	0,27	0,65	0,23	1,02
Pferd 6	0,37	0,03	0,85	0,07	1,32
Pferd 7	0,48	0,26	0,25	0,23	0,28
Pferd 8	0,02	0,24	0,3	0,34	3,33

	diff trab_ct auf	diff trab_ct vor	diff bel trab	diff bel trab_op	diff bel trab_ct
Pferd 1	1,53	0,06	0,23	0,76	0,4
Pferd 2	0,27	1,21	0,21	0,28	0,39
Pferd 3	5,24	0,8	0,02	0,59	0,17
Pferd 4	0,48	0,1	0,12	1,08	0,37
Pferd 5	1,04	0,25	2,12	0,65	0,22
Pferd 6	4,04	0,14	0,24	0,92	0,46
Pferd 7	0,25	0,01	0,73	2,09	0,44
Pferd 8	4,8	0,02	0,97	0,79	0,87

Statistiktext	diff schritt auf	diff schritt vor	diff schritt_op auf	diff schritt_op vor	diff schritt_ct auf
Pferd 10	0,38	0,06	1,06	0,23	2,94
Pferd 11	0,66	0,32	2,03	0,23	1
Pferd 12	0,47	0,05	0,62	0,32	1,77
Pferd 13	0,68	0,18	2,18	0,12	4,83
Pferd 14	0,94	0,04	0,25	0,07	1,15
Pferd 15	1,11	0,07	1,08	0	2,54
Pferd 16	0,97	0,18	0,49	0,3	0,42
Pferd 17	0,62	0,26	0,6	0,25	3,95
Pferd 18	0,86	0,37	2,4	0,66	1,35
Pferd 21	0,67	0,68	0,88	0,48	0,2
Pferd 22	1,44	0,24	0,61	0,21	2,12
Pferd 23	0,3	0,03	0,9	0,01	1,7
Pferd 24	0,32	0,22	1,3	0,1	1,71

Statistiktext	mw schritt auf	mw schritt vor	mw schritt_op auf	mw schritt_op vor	mw schritt_ct auf
Pferd 10	4,45	-1,18	5,16	-0,805	7,73
Pferd 11	6,33	-0,84	7,625	-0,905	10,51
Pferd 12	6,265	-0,855	9,19	-0,69	10,545
Pferd 13	4,83	-0,69	8,26	-0,64	14,365
Pferd 14	5,1	-0,73	5,815	-0,805	6,295
Pferd 15	4,655	-1,125	4,58	-1,01	6,33
Pferd 16	5,395	-1,26	4,905	-1,2	7,71
Pferd 17	4,09	-1,87	4,61	-1,475	7,315
Pferd 18	5,54	-1,295	8,38	-1,26	8,685
Pferd 21	5,255	-1,34	5,79	-1,43	8,34
Pferd 22	3,96	-1,07	6,765	-1,045	12
Pferd 23	5,25	-1,355	5,87	-0,815	13,005
Pferd 24	2,87	-0,6	5,79	-0,58	6,955

Statistiktext	MW schritt auf	MW schritt vor	MW schritt_op auf	MW schritt_op vor	MW schritt_ct auf
Pferd 10	5,2065	-1,3806	6,1404	-0,95795	8,9668
Pferd 11	7,4061	-0,9828	9,07375	-1,07695	12,1916
Pferd 12	7,33005	-1,00035	10,9361	-0,8211	12,2322
Pferd 13	5,6511	-0,8073	9,8294	-0,7616	16,6634
Pferd 14	5,967	-0,8541	6,91985	-0,95795	7,3022
Pferd 15	5,44635	-1,31625	5,4502	-1,2019	7,3428
Pferd 16	6,31215	-1,4742	5,83695	-1,428	8,9436
Pferd 17	4,7853	-2,1879	5,4859	-1,75525	8,4854
Pferd 18	6,4818	-1,51515	9,9722	-1,4994	10,0746
Pferd 21	6,14835	-1,5678	6,8901	-1,7017	9,6744
Pferd 22	4,6332	-1,2519	8,05035	-1,24355	13,92
Pferd 23	6,1425	-1,58535	6,9853	-0,96985	15,0858
Pferd 24	3,3579	-0,702	6,8901	-0,6902	8,0678

	MW schritt_ct vor	MW trab auf	MW trab vor	MW trab_op auf	MW trab_op vor
Pferd 10	-1,2122	5,30253	-0,29889	8,79757	-0,50179
Pferd 11	-1,1774	11,35413	-0,83763	13,51584	-0,89528
Pferd 12	-1,1832	11,37996	-0,57195	11,39677	-0,63536
Pferd 13	-1,044	8,90028	-0,6273	12,7794	-0,57038
Pferd 14	-0,9976	10,91502	-0,71217	11,33901	-0,41876
Pferd 15	-1,3514	7,05159	-0,48708	9,24882	-0,39349
Pferd 16	-1,566	7,3431	-0,45756	10,3968	-0,65341
Pferd 17	-2,2098	7,15491	-1,32102	8,31383	-0,77615
Pferd 18	-1,3804	10,9593	-0,69003	16,05367	-0,69312
Pferd 21	-1,4384	5,90769	-0,84501	7,57739	-0,7942
Pferd 22	-1,2586	5,01102	-0,8118	8,38242	-0,81586
Pferd 23	-0,957	7,85601	-0,8856	9,4943	-0,51984
Pferd 24	-0,4466	8,33571	-0,53874	7,29581	-0,49818

	mw trab_ct auf	mw trab_ct vor	mw trab bel	mw trab_op bel	mw trab_ct bel
Pferd 10	16,12	-0,83	1,645	2,23	2,89
Pferd 11	23,17	-0,955	2,64	2,78	2,39
Pferd 12	23,035	-0,715	3,385	2,87	3,075
Pferd 13	37,905	-0,835	2,28	1,785	2,43
Pferd 14	15,92	-0,705	3,17	2,23	2,56
Pferd 15	20,63	-0,36	1,545	2,425	2,77
Pferd 16	18,38	-0,865	2,02	3,46	2,225
Pferd 17	18,205	-1,4	2,03	2,875	3,175
Pferd 18	21,46	-0,84	2,33	3,695	2,75
Pferd 21	17,055	-0,865	3,805	3,495	2,965
Pferd 22	17,425	-0,805	2,655	2,51	2,98
Pferd 23	25,005	-0,83	3,185	2,705	3,225
Pferd 24	14,085	-0,755	2,645	2,145	2,205